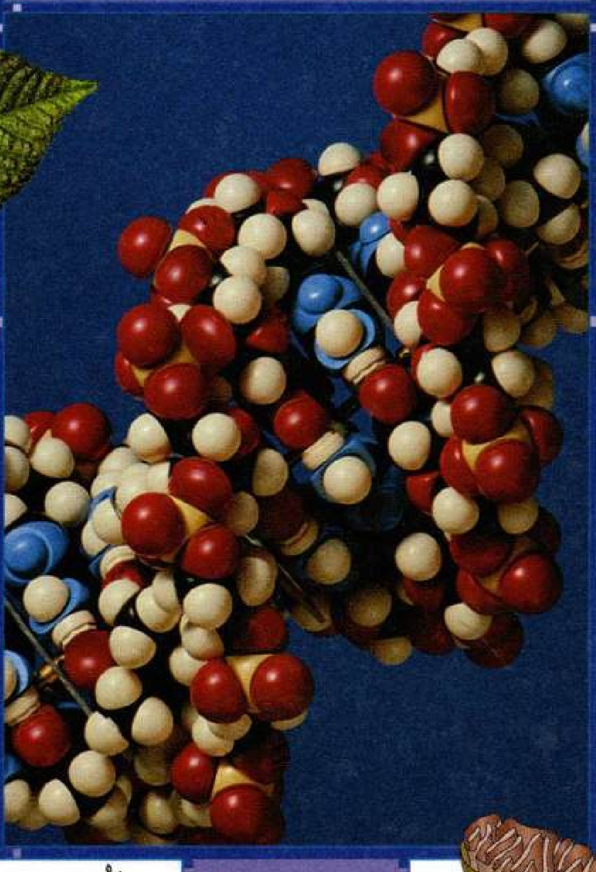
А. А. Каменский, Е. А. Криксунов,
В. В. Пасечник

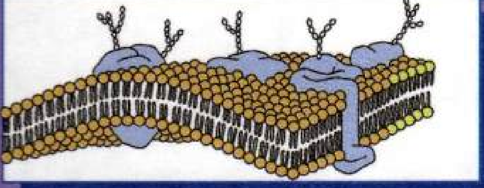
БиологиЯ

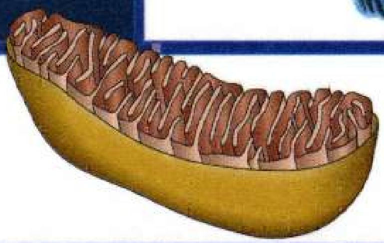
ГОМУМИ БИОЛОГИЯ

10-11

сыйныфлар







дрофа

ГОМУМИ БИОЛОГИЯ
10, 11 сыйныфлар
БИОЛОГИЯ

А. А. Каменский, Е. А. Криксунов,
В. В. Пасечник

БИОЛОГИЯ

ГОМУМИ БИОЛОГИЯ

10-11
сыйныфлар

Татар урта гомуми белем бирү мәктәпләре өчен дәреслек

Россия Федерациясе Мәгариф һәм фән министрлыгы тарафыннан тәкъдим ителгән

Казан • Татарстан китап нәшрияты
Москва • Дрофа
2013

УДК 373.167.1:573*10/11
ББК 28.0 я721
К21

Каменский, А. А.
Биология. Общая биология. 10—11 классы : учеб. для общеобразоват. учреждений / А. А. Каменский, Е. А. Криксунов, В. В. Пасечник. — 9-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2013.

Переводное издание учебника выпущено в свет по Лицензионному договору № Л005Др/2013 от 10.04.2013 г. Экземпляры переводного издания подлежат распространению исключительно в Республике Татарстан, а также среди татарской диаспоры на территориях других субъектов Российской Федерации.

Охраняется действующим законодательством об авторских и смежных правах (Гражданский кодекс РФ, ч. 4, гл. 70). Воспроизведение всей книги или её части на любых видах носителей запрещается без письменного разрешения издательства.

Каменский, А. А.
К21 Биология. Гомуми биология : 10—11 нче с-флар : татар урта гомуми белем бирү мәкт. өчен д-лек / А. А. Каменский, Е. А. Криксунов, В. В. Пасечник ; [русчадан Ф. Г. Иштирәкова тәрж.] — Казан : Татар. кит. нәшр., 2013. — 367 б. : рәс. б-н.
ISBN 978-5-298-02482-2

Тәкъдим ителгән дәреслек урта мәктәп (5—11 нче сыйныфлар) өчен биология дәреслекләре юнәлешенә керә, В. В. Пасечник җитәкчелегендә оригиналь программа нигезендә эшләнгән.

Бу юнәлештәге дәреслекләр концентрик принцип буенча төзелгән. 10—11 нче сыйныфлар дәреслегендә гомуми биология проблемалары тикшерелә. Биология фәненең төрле өлкәләрендәге соңгы казанышларны исәпкә алып, 9 нчы сыйныф дәреслегендә алар белән беренче тапкыр танышкан булсалар, биредә әлеге проблемалар тирәнрәк һәм җентекләбрәк аңлатыла.

УДК 373.167.1:573*10/11
ББК 28.0 я721

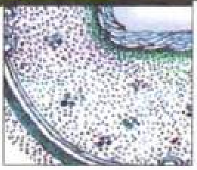
ISBN 978-5-298-02482-2

© ООО «Дрофа», 2005
Все права защищены
© Татарчага тәрҗемә.
Татарстан китап нәшрияты, 2013
Барлык хокуклар сакланган

Кереш

Сез «Гомуми биология»нең мәктәп курсын өйрәнә башлыйсыз. Бу — урта мәктәп өчен тәкъдим ителгән биология курсының бер өлешенә бирелгән шартлы исем, аның бурычы тереклекнең уртак үзлекләрен, яшәү һәм үсеш законнарын өйрәнүдән гыйбарәт. Терек табигатьне һәм аның аерылгысыз буыны — кешене өйрәнеп, биологиянең фәнни-техник прогресстагы әһәмияте үскәннән-үсә, һәм ул җитештерүче көчкә әверелә бара. Биология индустриаль җәмгыятьнең нигезен тәшкил итәргә тиешле яңа төр технологияне барлыкка китерә. Биологик белемнәр җәмгыятьнең һәр әгъзасында табигатьне танып белү һәм экологик культура формалашуга ярдәм итәргә тиеш, чөнки кешелек цивилизациясенең алга таба үсеше аннан башка була алмый.

§ 1 Биология үсешенең кыскача тарихы



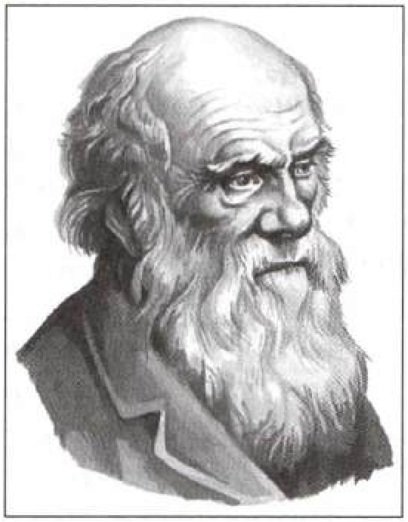
1. Биология нәрсәне өйрәнә?
2. Сез нинди биологик фәннәрне беләсез?
3. Галим-биологлардан кемнәрне беләсез?

Биология ул — фән. Сез биологиянең тереклек турындагы фән икәнен яхшы беләсез. Хәзерге вакытта ул терек табигать турындагы фәннәрнең җыелмасы булып тора. Биология тереклекнең барлык чагылышларын: тере организмнарның төзелешен, функцияләрен, үсешен, аларның табигый бергәлекләрдә яшәү тирәлеген һәм башка тере организмнар белән үзара бәйләнешләрен өйрәнә.

Кеше, хайваннар дөньясыннан үзенең үзгәлеген аңлый башлагач та, әйләнә-тирәне өйрәнергә керешә. Башта аның яшәве шуңа бәйле була. Борынгы кешеләр алдында тере организмнарның кайсын азык, кайсын дару итеп кулланып булуын ачыклау, кием һәм торак өчен кайсылары яраклы, ә кайсылары агулы һәм зарарлы икәнлеген аера белү зарурлыгы туа.

Цивилизация үсеше кешегә танып белү максатларында фән белән шөгыльләнү мөмкинлеген бирә.

Борынгы халыкларның мәдәниятен өйрәнү аларның үсемлекләр, хайваннар турында киң белемнәргә ия булуларын һәм көндәлек тормышта шулардан оста файдалануларын күрсәтә.



Чарлз Дарвин (1809—1882)

Хәзерге биология ул — комплекслы фән, аңа төрле биологик дисциплиналарның, шулай ук физика, химия һәм математика кебек фәннәрнең идеяләре һәм методлары үтеп керүе хас.

Хәзерге биология үсешенең төп юнәлешләре. Хәзерге вакытта биологиядә шартлыча өч юнәлешне аерып күрсәтергә мөмкин.

Беренчедән, бу — ***классик биология.*** Әлеге юнәлештә терек табигатьнең күптөрлелеген өйрәнүче галим-натуралистлар эшли. Алар терек табигатьтә барган һәр күренешне объектив күзәтеп анализлыйлар, тере организмнарны өйрәнәләр һәм классификациялиләр. Классик биологиядә барлык ачышлар да ясалып беткән дисәк дөрес булмас иде. XX гасырның икенче яртысында күпләгән яңа төрләр тасвирланып кына калмыйча, патшалыкка (Погонофораларга) һәм хәтта өспатшалыкка (Архебактерияләр, яки Архейларга) кадәр булган эре таксоннар ачыла. Бу ачышлар галимнәрне терек табигать үсешенең бөтен тарихына яңача карарга мәҗбүр итә. Чын галим-натуралистлар өчен табигать ул — зур хәзинә, ә планетаның һәр почмагы исә үзенә бертөрле, кабатланмас. Шуңа күрә алар һәрвакыт әйләнә-тирә табигатькә куркыныч янавын йөрәкләре белән тоючылар һәм аны актив саклаучылар арасында.

Икенче юнәлеш ул — ***эволюцион биология.*** XIX гасырда табигый сайланыш авторы *Чарлз Дарвин* үз эшен гади натуралист буларак башлый: коллекция туплый, күзәтә, тасвирлый, сәяхәт итеп, терек табигать серләрен ача. Әмма аны галим итеп таныткан эшенең төп нәтиҗәсе булып органик күптөрлелекне аңлаткан теория тора.

Александр Иванович Опарин (1894—1980)

Хәзерге вакытта тере организмнарның эволюциясен өйрәнү актив дәвам итә. Генетика һәм эволюцион теориянең кушылуы *эволюциянең синтетик теориясен* барлыкка китерде. Ләкин галим-эволюционистлар җавап таба алмаган сораулар әле хәзер дә җитәрлек.

XX гасыр башында илебезнең танылган биологы *Александр Иванович Опарин* тәгъбир иткән тереклекнең килеп чыгуы

турындагы фәнни теория фәкать теориягә генә нигезләнгән була. Хәзерге вакытта, бу проблема эксперименталь тикшеренүләр белән тирәнтен өйрәнелеп, алдынгы физик-химик методлар куллану юлы белән мөһим ачышлар ясалды, һәм алга таба яңа кызыклы нәтиҗәләр көтәргә мөмкин.

Яңа ачышлар антропогенез теориясен тулыландырырга мөмкинлек бирә. Ләкин хайваннар дөньясыннан кешегә күчү әле хәзер дә биологиянең иң зур серләреннән берсе булып кала.

Өченче юнәлеш — ***физик-химик биология,*** ул тере организмнарның төзелешен хәзерге физик һәм химик методлар ярдәмендә тикшерә. Бу — биологиянең теоретик һәм практик яктан әһәмиятле, тиз үсеш алган юнәлеше. Физик-химик биологиядә безне яңа ачышлар көтә дип ышанып әйтә алабыз, алар кешелек алдында торган күп проблемаларны чишәргә мөмкинлек бирәчәк.

Биологиянең фән буларак үсеше. Хәзерге биологиянең тамырлары борынгы заманнарга барып тоташа һәм Урта диңгез илләрендәге цивилизация белән бәйле. Биология үсешенә өлеш керткән күп кенә атаклы галимнәрнең исемнәре билгеле. Аларның кайберләрен генә әйтеп үтик.

Гиппократ (б. э. к. 460—370 чамасы) беренчеләрдән булып кеше һәм хайваннар төзелешенә чагыштырмача тулы тасвирлама бирә, авырулар килеп чыгуда тирәлек һәм нәселдәнлекнең ролен күрсәтә. Ул медицинага нигез салучы булып исәпләнә.

Аристотель (б. э. к. 384—322) әйләнә-тирә дөньяны дүрт патшалыкка бүлә: җир, су һәм һаваның терек булмаган дөньясы; үсемлекләр дөньясы; хайваннар дөньясы һәм кешеләр дөньясы. Ул байтак кына хайваннарны тасвирлый, систематикага башлангыч бирә. Аристотель язган дүрт биологик трактатта хайваннар турында шул чорга билгеле булган барлык мәгълүматлар урын ала. Аристотельнең казанышлары шулкадәр зур ки, аны хәтта зоологиягә нигез салучы дип исәплиләр.

Теофраст (б. э. к. 372—287) үсемлекләрне өйрәнә. Ул үсемлекләрнең 500 төрен тасвирлый, күбесенең төзелеше һәм үрчүе турында белешмә бирә, күпләгән ботаника терминнарын кулланышка кертә. Аны ботаникага нигез салучы дип исәплиләр.

Гай Плиний Старший (23—79) тере организмнар турында шул чорга билгеле булган мәгълүматларны җыя һәм «Естественная история» энциклопедиясенең 37 томын яза. Урта гасырларга кадәр диярлек бу энциклопедия табигать турындагы белемнәрнең төп чыганагы була.

Клавдий Гален үзенең фәнни тикшеренүләрендә имезүче хайваннарның эчләрен ярып карауны киң куллана. Ул беренче булып кеше

Клавдий Гален (якынча 130 — якынча 200)

һәм маймылның чагыштырма-анатомик тасвирламасын бирә. Үзәк һәм периферик нерв системасын өйрәнә. Фән тарихчылары аны борынгы заманның соңгы бөек биологы дип исәплиләр.

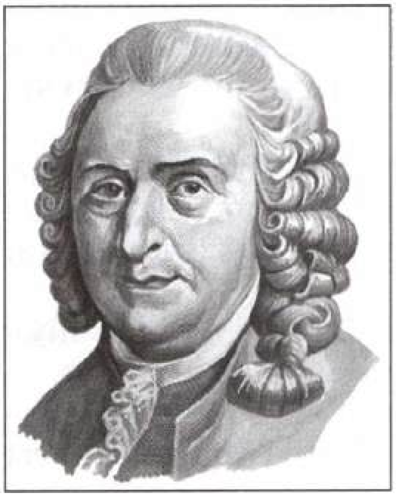
Урта гасырларда хакимлек иткән идеология булып дин тора. Башка фәннәр шикелле үк, биология бу чорда әле аерым өлкә булып аерылмый һәм дини-фәлсәфи карашларның гомуми агымына иярә. Тере организмнар турында белемнәр туплану дәвам итсә дә, ул чорда биологияне фән буларак шартлыча гына әйтергә мөмкин була.

Яңарыш чоры урта гасырлар мәдәниятеннән яңа заман мәдәниятенә күчеш дәвере булып тора. Шул дәвернең төп социаль-иктисади үзгәртеп корулары фәндәге яңа ачышлар белән үрелеп бара.

Бу чорның иң танылган галиме *Леонардо да Винчи* (1452—1519) биология үсешенә дә билгеле бер өлеш кертә.

Ул кошларның очуын өйрәнә, күп кенә үсемлекләрне, буын сөякләренең тоташу ысулларын, йөрәк эшчәнлеген һәм күзнең күрү функциясен, кеше һәм хайван сөякләренең охшашлыгын тасвирлый.

XV гасырның икенче яртысында табигать турында фәнни белемнәр тиз үсә башлый. Моңа хайваннар һәм үсемлекләр турында белешмәләрне шактый киңәйтергә мөмкинлек биргән географик ачышлар булышлык итә. Тере организмнар турында фәнни белемнәрнең тиз туплануы биологиянең аерым фәннәргә бүленүенә китерә.



Карл Линней (1707—1778)

XVI—XVII гасырларда ботаника һәм зоология киң үсеш ала бара.

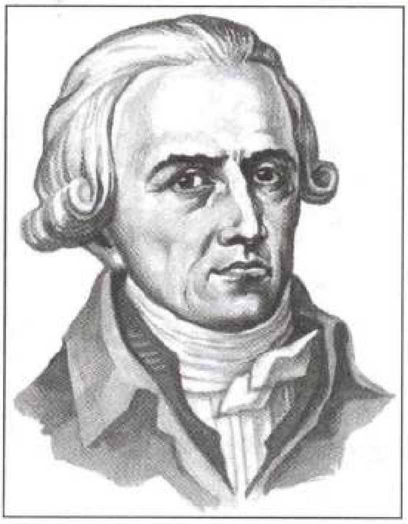
Микроскоп уйлап табылганнан соң (XVII гасыр башы), үсемлекләр һәм хайваннарның микроскопик төзелешен өйрәнү мөмкинлеге туа. Гади күзгә күренми торган микроскопик кечкенә организмнар — бактерияләр һәм иң түбән төзелешлеләр барлыгы беленә.

Хайваннар һәм үсемлекләр классификациясе системасын тәкъдим иткән галим *Карл Линней* биология үсешенә зур өлеш кертә.

Карл Максимович Бэр (1792—1876) үзенең хезмәтләрендә эмбриологиянең фәнни

нигезе булган гомологик органнар теориясенең һәм яралгылар охшашлыгы законының төп положениеләрен тәгъбир итә.

1808 елда *Жан Батист Ламарк* «Философия зоологии» дигән хезмәтендә эволюцион үзгәрешләрнең сәбәпләре һәм механизмнары турындагы мәсьәләне кузгата һәм шул чорда беренче булып эволюция теориясен яза.



Жан Батист Ламарк (1774—1829)

Биология үсешендә күзәнәк теориясе гаять зур роль уйный, ул тереклек дөньясының бердәмлеген фәнни раслый һәм *Чарлз Дарвинның* эволюция теориясен барлыкка китергән алшартларның берсе булып тора. Күзәнәк теориясенең авторлары итеп зоолог *Теодор Шванн* (1818—1882) һәм ботаник *Маттиас Якоб Шлейденны* (1804—1881) исәплиләр.

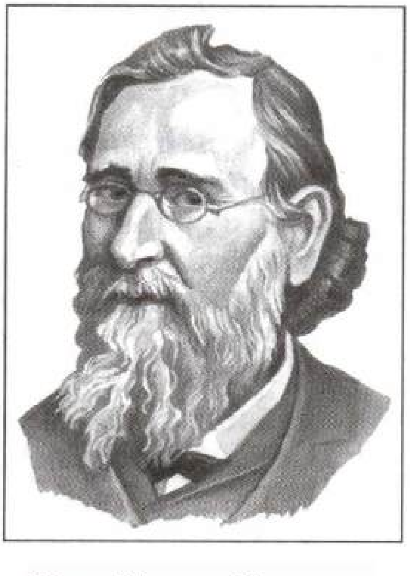
Ч. Дарвин 1859 елда, күп санлы күзәтүләргә нигезләнеп, «О происхождении видов путём естественного отбора или Сохранении благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь» дигән төп хезмәтен бастырып чыгара, ул анда эволюция теориясенең төп положениеләрен күрсәтә, эволюция механизмнарын һәм организмнарның эволюцион үзгәреш юлларын тәкъдим итә.

XIX гасырда *Луи Пастер* (1822—1895), *Роберт Кох* (1843—1910), *Илья Ильич Мечников* хезмәтләре нәтиҗәсендә, мөстәкыйль фән буларак, микробиология формалаша.

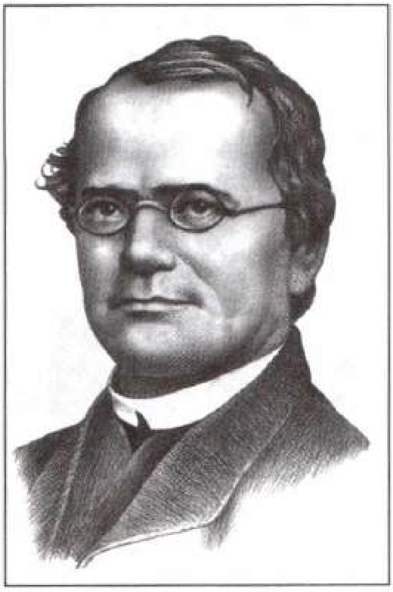
XIX гасыр ахырына аерым фәннәр — паразитология һәм экология барлыкка килә.

XX гасыр *Грегор Мендель* законнарының кабат ачылуы белән башлана, бу — генетиканың фән буларак үсеп китүен билгели.

XX гасырның 40—50 нче елларында биологиядә физика, химия, математика, кибернетика һәм башка фәннәрнең идеяләре һәм методлары киң файдаланыла, ә тикшерену объектлары сыйфатында микроорганизмнар кулланыла башлый. Нәтиҗәдә, мөстәкыйль фәннәр буларак, биофизика, биохимия, молекуляр биология, радиацион биология, бионика һ.б. барлыкка килә һәм бик тиз үсеп китә. Галәмдәге тикшеренүләр космик биологиянең барлыкка килүенә һәм үсүенә булышлык итә.



Илья Ильич Мечников (1845—1916)



Грегор Мендель (1822—1884)

XX гасырда гамәли тикшеренүләр юнәлеше — биотехнология барлыкка килә. Бу юнәлеш, һичшиксез, XXI гасырда да тиз үсәчәк. Биология үсешенең әлеге юнәлеше белән сез «Селекция һәм биотехнология нигезләре» бүлеген өйрәнгәндә тулырак танышырсыз.

Хәзерге вакытта биологик белемнәр кеше эшчәнлегенең барлык өлкәләрендә: сәнәгатьтә һәм авыл хуҗалыгында, медицинада һәм энергетикада файдаланыла.

Экологик тикшеренүләр гаять зур әһәмияткә ия. Без, ниһаять, үзебез яши торган кечкенә генә планетада урнашкан тиз үзгәрүчән тигезләнешне бозу бик җиңел булуына төшенә башладык. Кешелек алдында гаять зур бурыч, — цивилизациянең яшәү һәм үсү шартларын бозмау максатында, биосфераны саклау бурычы тора. Биологик белемнәрдән һәм махсус тикшеренүләрдән башка, моны хәл итү мөмкин түгел. Шулай итеп, хәзерге вакытта биология реаль җитештерүче көчкә һәм кеше белән табигать арасындагы мөнәсәбәтләрнең рациональ фәнни нигезенә әверелде.

Классик биология. Эволюцион биология. Физик-химик биология.

1. Биология үсешендә сез нинди юнәлешләрне аерып күрсәтә аласыз?
2. Борынгы заманның кайсы бөек галимнәре биологик белемнәрне үстерүгә үзләреннән шактый өлеш кертКәннәр?
3. Ни өчен урта гасырларда биология турында фән буларак шартлы рәвештә генә сөйләргә мөмкин булган?
4. Ни өчен хәзерге биологияне комплекслы фән дип исәплиләр?
5. Хәзерге җәмгыятьтә биологиянең роле нинди?

Түбәндәге темаларның берсен сайлап, чыгыш әзерләгез:
1. Хәзерге җәмгыятьтә биологиянең роле.
2. Галәмдәге тикшеренүләрдә биологиянең роле.
3. Хәзерге медицинада биологик тикшеренүләрнең роле.
4. Атаклы биологларның — ватандашларыбызның — бөтендөнья биологиясен үстерүдәге роле.

Тереклекнең күптөрлелегенә галимнәрнең карашы никадәр үзгәрүен тере организмнарның патшалыкларга бүленүе мисалында күрсәтергә мөмкин. XX гасырның 40 нчы елларында ук инде барлык тере организмнар ике патшалыкка: Үсемлекләргә һәм Хайваннарга бүленә. Үсемлекләр патшалыгына шулай ук бактерияләр һәм гөмбәләрне дә керткәннәр. Организмнарны соңрак җентекләбрәк өйрәнү дүрт патшалыкка: Прокариотларга (Бактерияләргә), Гөмбәләр, Үсемлекләр һәм Хайваннарга бүлеп күрсәтүгә китергән. Бу система мәктәп биологиясендә бирелә.
1959 елда тере организмнар дөньясын биш патшалыкка: Прокариотларга, Протистлар (Иң түбән төзелешлеләр), Гөмбәләр, Үсемлекләр һәм Хайваннарга бүләргә тәкъдим ителә.
Әлеге система биологик әдәбиятта (аеруча тәрҗемә китапларда) еш китерелә.
20 һәм аннан да күбрәк патшалыкларны үз эченә алган башка системалар да эшләнгән һәм эшләнүен дәвам итә. Мәсәлән, өч өспатшалыкка: Прокариотларга, Архейлар (Архебактерияләр) һәм Эукариотларга бүләргә тәкъдим ителә. Һәр өспатшалык берничә патшалыкны берләштерә.

§ 2 Биологиядә тикшеренү методлары

1. **Фән дин һәм сәнгатьтән нәрсә белән аерыла?**
2. **Фәннең төп максаты нинди?**
3. **Биологиядә кулланыла торган нинди тикшеренү методларын беләсез?**

Фән ул — кеше эшчәнлегенең бер сферасы. Фән — кеше эшчәнлегенең бер сферасы, аның максаты — әйләнә-тирә дөньяны өйрәнү һәм танып белү. Фәнни танып белү өчен, билгеле бер тикшеренү объектларын, аларны өйрәнү проблемаларын һәм методларын сайлап алырга кирәк. Һәр фәннең үз тикшеренү методлары бар. Ләкин, нинди методлар файдалануга карамастан, һәр галим өчен «Бернәрсәне дә шикләнмичә кабул итмә» принцибы иң мөһиме булып кала. Фәннең төп бурычы — раслау яки кире кагу мөмкин булган фактларга һәм гомумиләштерүләргә нигезләнгән дөреслеккә туры килгән белемнәр системасын төзү. Фәнни белемнәр һәрвакыт шик астына алына һәм җитәрлек дәлилләр булганда гына кабул ителә. Кабат эшләп карарга һәм расларга мөмкин булган факт кына ***фәнни факт*** (гр. factum — ясалган) була ала.

Фәнни метод (гр. methodos — тикшеренү юлы) — фәнни белемнәр системасын төзегәндә файдаланыла торган алымнар һәм операцияләр җыелмасы.

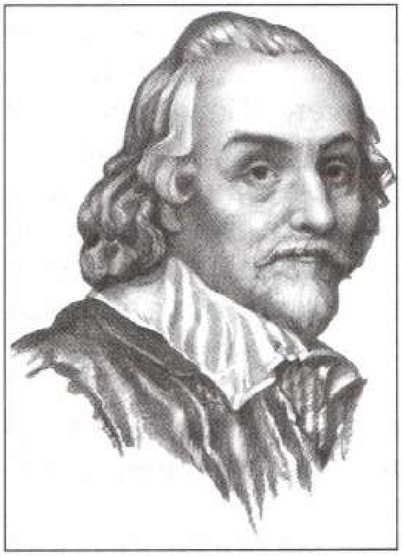
Биология үсешенең бөтен тарихы шуны ачык дәлилли: ул, яңа тикшеренү методлары булдырып, шуларны куллану нәтиҗәсендә алга китә. Биологик фәннәрдә кулланыла торган төп тикшеренү

методлары: *тасвирлау, чагыштыру, тарихи* һәм *эксперименталь.*

Тасвирлау методы. Ул фактик материал туплау һәм аны тасвирлау белән шөгыльләнгән борынгы галимнәр тарафыннан киң кулланыла. Бу метод күзәтүләргә нигезләнә. XVIII гасырга кадәр биологлар башлыча хайваннар һәм үсемлекләрне тасвирлау белән шөгыльләнәләр, тупланган материалны беренчел системага салырга омтылыш ясыйлар. Ләкин тасвирлау методы әле хәзер дә әһәмиятен югалтмый. Мәсәлән, ул яңа төрләрне ачканда яки күзәнәкне хәзерге тикшеренү методлары ярдәмендә өйрәнгәндә файдаланыла.

Чагыштыру методы. Ул — организмнар һәм аларның аерым өлешләре арасындагы охшашлык, аерымлыкны ачыкларга мөмкинлек бирә һәм XVII гасырда кулланыла башлый. Чагыштыру методын файдалану үсемлекләр һәм хайваннарны системага салу өчен кирәкле мәгълүматлар җыю мөмкинлеген бирә. XIX гасырда бу метод күзәнәк теориясен эшләгәндә һәм эволюция теориясен исбатлаганда, бу теориягә нигезләнеп, шулай ук күп кенә биологик фәннәрне үзгәрткәндә файдаланыла. Хәзерге вакытта чагыштыру методы төрле биологик фәннәрдә шулай ук киң кулланыла. Ләкин биологиядә тасвирлау һәм чагыштыру методлары гына кулланылса, ул констатацияләүче (раслаучы) фән кысаларында гына калыр иде.

Тарихи метод. Бу метод алынган фактларга төшенергә, аларны элегрәк алынган нәтиҗәләр белән чагыштырып карарга ярдәм итә. Ул XIX гасырның икенче яртысында Ч. Дарвин хезмәтләреннән соң киң кулланыла башлый. Бу метод ярдәмендә Дарвин организмнарның килеп чыгышы һәм үсеше, вакыт эчендә һәм пространствода аларның структуралары һәм функцияләре формалашу закончалыкларын фәнни нигезли. Тарихи методны куллану тасвирлау фәне булган биологияне күптөрле тере системаларның килеп чыгышларын һәм эшләүләрен аңлату фәненә әверелдерергә мөмкинлек бирә.



Уильям Гарвей
(1578—1657)

Эксперименталь метод. Биологиядә эксперименталь методның кулланыла башлавын үзенең тикшеренүләрен кан әйләнешен өйрәнгәндә файдаланган *Уильям Гарвей* исеме белән бәйлиләр. Ләкин бу метод биологиядә бары тик XIX гасыр башыннан гына, бигрәк тә физиологик процессларны өйрәнгәндә, киң кулланыла башлый. Эксперименталь метод тереклекнең теге яки бу күренешен тәҗрибә ярдәмендә өйрәнергә мөмкинлек бирә.

Биологиядә эксперименталь методның кереп китүенә Г. Мендель үзеннән зур өлеш кертә. Ул, организмнарның нәселдәнлеген һәм үзгәрүчәнлеген өйрәнгәндә, беренчеләрдән булып экспериментны өйрәнелә торган күренешләр турында мәгълүмат алу өчен генә түгел, ә бәлки алынган нәтиҗәләр нигезендә әйтелгән гипотезаларны тикшерү өчен дә куллана. Г. Мендель хезмәте эксперименталь фән методологиясенең классик үрнәге булып тора.

XX гасырда эксперименталь метод биологиядә төп урынны ала. Бу — биологик тикшеренүләр өчен яңа приборлар (электрон микроскоп, томограф һ.б.) уйлап табылу һәм биологиядә физика, химия методлары файдаланыла башлавы белән аңлатыла.

Хәзерге вакытта биологик экспериментта микроскопиянең төрле төрләре киң файдаланыла. Моңа үтә юка кисемнәр техникасы белән эш итә торган электрон микроскопия дә, биохимик методлар, күзәнәк, тукыма һәм органнар культураларын культивацияләү ысуллары һәм тере килеш күзәтү, тамгалы атомнар методы, рентгеноструктур анализ, ультрацентрифуга, хроматография һ.б. керә. XX гасырның икенче яртысында биологиядә бөтен бер юнәлешнең — иң камил приборлар булдыру һәм тикшеренү методларын эшләү юнәлешенең — нык үсеш алуы очраклы гына түгел.

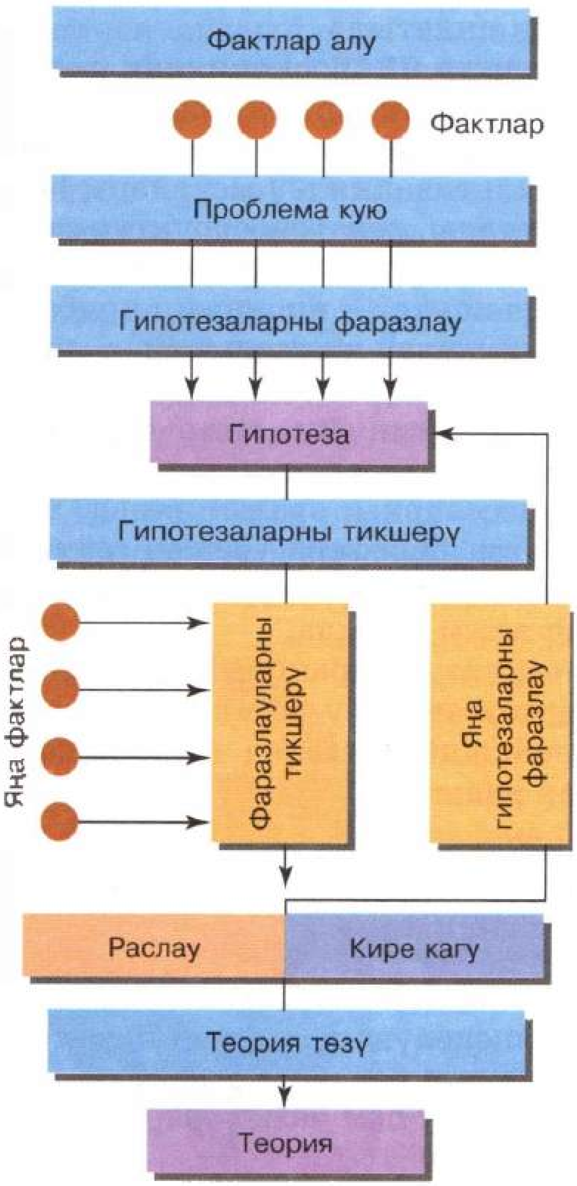
Биологик тикшеренүләрдә экспериментның иң югары формасы булып саналган *модельләштерү* һаман киңрәк кулланыла бара. Мәсәлән, иң әһәмиятле биологик процессларны, эволюциянең төп юнәлешләрен, экосистема яки хәтта бөтен биосфера үсешен (әйтик, глобаль климатик яки техноген үзгәрешләр булган очракта) компьютерда модельләштерү буенча актив эш алып барыла.

Эксперименталь метод системалы-структур караш белән берлектә биологияне тамырдан үзгәртә, аның танып белү мөмкинлекләрен киңәйтә һәм, биологик белемнәрне кеше эшчәнлегенең барлык сфераларында файдалану өчен, яңа юллар ача.

Фәнни факт. Фәнни метод. Тикшеренү методлары: тасвирлау, чагыштыру, тарихи, эксперименталь.

1. Фәннең төп максаты һәм бурычы нидән гыйбарәт?
2. Ни өчен биологиянең үсеше тикшеренүнең яңа фәнни методларын эшләүгә һәм куллануга бәйле дип расларга ярый?
3. Биологиянең алга китүендә тасвирлау һәм чагыштыру методлары нинди әһәмияткә ия?
4. Тарихи методның асылы нәрсәдә?
5. Ни өчен эксперименталь метод XX гасырда киң тарала?

Нинди дә булса экосистемага (сулык, урман, парк һ.б.га) антропоген йогынтыны өйрәнгәндә, үзегез файдаланачак тикшеренү методын тәкъдим итегез.
XXI гасырда биологияне үстерү юллары турында үзегезнең берничә вариантыгызны әйтегез.
Сезнең фикерегезчә, молекуляр биология, иммунология, генетика методлары ярдәмендә кешелек дөньясы тарафыннан нинди авырулар беренче чиратта җиңеләчәк?



1 нче рәсем. *Фәнни тикшеренүнең төп этаплары*

Фәнни тикшеренү, кагыйдә буларак, берничә этаптан тора (1 нче рәсем). Фактлар җыюга нигезләнеп, проблема формалаша. Аны чишү өчен, ***гипотезалар*** (гр. hypothesis – фаразлау) тәкъдим ителә. Һәрбер гипотеза, яңа фактлар җыю барышында, эксперименталь тикшерелә. Әгәр алынган фактлар гипотезага каршы килсә, ул кире кагыла. Гипотеза, фактларга таңгәл килеп, дөрес прогнозлар ясарга мөмкинлек биргән очракта, ул ***теориягә*** (гр. theoria – тикшеренү) әйләнә ала. Ләкин хәтта дөрес теория дә, яңа фактлар туплана барган саен, кабат тикшерелергә һәм ачыкланырга мөмкин. Эволюция теориясе – моның ачык мисалы.

Кайбер теорияләр төрле күренешләр арасындагы бәйләнешләрне исбатлаудан гыйбарәт. Бу – *кагыйдәләр* һәм *законнар*.

Кагыйдә искәрмәсез булмый, ә законнар үзгәрешсез. Мәсәлән, энергия саклану законы терек табигать өчен дә, терек булмаган өчен дә бертөрле эшли.

§ 3 Тереклекнең асылы һәм аның үзлекләре

1. **Нәрсә ул тереклек?**
2. **Тереклекнең структур-функциональ берәмлеге итеп нәрсәне саныйлар?**
3. **Сезгә тереклекнең нинди үзлекләре билгеле?**

Тереклекнең асылы. Белгәнегезчә, биология ул — тереклек турындагы фән. Ә нәрсә соң ул тереклек?

Немец философы Фридрих Энгельсның «Тереклек ул — аксым җисемнәрнең яшәү ысулы; моның төп моменты булып аларның үзләрен чолгап алган тышкы табигать белән даими рәвештә матдәләр алмашуы тора, матдәләр алмашы тукталса, тереклек тә яшәүдән туктый, бу исә аксымның таркалуына китерә» дигән классик билгеләмәсе XIX гасырның икенче яртысында биологик белемнәрнең үсеш дәрәҗәсен чагылдыра.

XX гасырда тереклеккә әлеге процессның бөтен ягын чагылдырган билгеләмәне бирергә күп мәртәбәләр тырышып карыйлар.

Барлык билгеләмәләр дә тереклекнең асылын чагылдырган түбәндәге постулатларны үз эченә ала:

— тереклек ул — материя хәрәкәтенең үзенә бертөрле формасы;

— тереклек ул — организмда барган матдәләр һәм энергия алмашы;

— тереклек ул — организмның тереклек эшчәнлеге;

— тереклек ул, — генетик информациянең буыннан-буынга күчүе тәэмин ителү нәтиҗәсендә, организмнарның үзенә охшашны тудыруы.

Тереклек, — материя яшәешенең физик һәм химик формалары белән чагыштырганда, аның хәрәкәтенең иң югары формасы.

Иң гомуми мәгънәсендә ***тереклек ул — биополимерлардан (аксымнар һәм нуклеин кислоталарыннан) торган үзенчәлекле структураларның, читтән алган энергияне файдаланып, актив саклануы һәм үзенә охшашны барлыкка китерүе.***

Нуклеин кислоталары да, аксымнар да тереклек субстраты (җирлеге) булып тормый. Алар, күзәнәктә булганда һәм эшләп торганда гына, тереклек субстраты була алалар. Күзәнәктән читтә булганда, алар — химик кушылмалар.

Ватандашыбыз биолог В. М. Волькенштейн билгеләвенчә, «Җирдә яшәүче тере җисемнәр — биополимерлардан (аксымнар һәм нуклеин кислоталарыннан) төзелгән, үзлегеннән көйләнә һәм үзенә охшашны тудыра торган ачык системалар».

Тереклекнең үзлекләре. Тереклеккә күп кенә уртак үзлекләр хас. Аларны санап үтик.

1. *Химик составының бердәйлеге.* Тереклек ияләре, терек булмаган объектлар кебек, бер үк химик элементлардан торалар, ләкин тереклек ияләре массасының 90% ы дүрт элементка: аксымнар, нуклеин кислоталары, углеводлар, липидлар кебек катлаулы органик молекулалар барлыкка китерә торган C, O, N, H ка туры килә.

2. *Структур төзелешенең уртаклыгы.* Күзәнәк бердәм структурфункциональ берәмлек, шулай ук Җирдә яшәүче барлык тере организмнар өчен диярлек үсеш берәмлеге булып тора. Вируслар гына искәрмә, ләкин аларда да тереклеккә хас билгеләр вирус күзәнәк эчендә булганда гына беленә. Күзәнәктән тыш, тереклек була алмый.

3. *Ачыклыгы.* Барлык тере организмнар ***ачык системалар*** булып торалар, ягъни бу системалар әйләнә-тирәлектән энергия һәм матдәләр өзлексез кереп торганда гына тотрыклы.

4. *Матдәләр һәм энергия алмашы.* Барлык тере организмнар әйләнә-тирә белән матдәләр алмашуга сәләтле. Матдәләр алмашы үзара бәйләнештәге ике процесс: организмда органик матдәләр синтезы (тышкы энергия чыганаклары — яктылык һәм азык исәбенә бара) һәм катлаулы органик матдәләрнең таркалу процессы (бу вакытта аерылып чыккан энергия организмда файдаланыла) нәтиҗәсендә тормышка ашырыла

Матдәләр алмашы әйләнә-тирәнең һәрвакыт үзгәреп торган шартларында химик составның даимилеген тәэмин итә.

5. *Үзенә охшашны тудыруы (үрчүе, ягъни репродукция).* Үзенә охшашны тудыру сәләте барлык тере организмнарның иң мөһим үзлеге булып санала. Аның нигезендә теләсә нинди организмның төзелеше һәм функцияләре турында информация ята. Ул, нуклеин кислоталарында урнашып, тереклек структурасының һәм эшчәнлегенең үзенчәлеклелеген тәэмин итә.

6. *Үзкөйләнүе.* Теләсә нинди тере организмга әйләнә-тирәнең өзлексез үзгәреп торган шартлары йогынты ясый. Шул ук вакытта, күзәнәк эчендә тереклек эшчәнлеге процесслары барсын өчен, билгеле бер шартлар кирәк. Үзкөйләнү механизмнары организмның эчке тирәлеген чагыштырмача даими тота, ягъни химик составның даимилеге һәм физиологик процесслар барышының интенсивлыгы (башкача әйткәндә, гомеостаз: гр. homoios — бертөрле һәм stasis — торыш) саклана.

7. *Үсеше һәм үсүе.* Индивидуаль үсеш (онтогенез) процессында акрынлап һәм эзлекле рәвештә организмның индивидуаль үзлекләре барлыкка килә һәм аның үсүе күренә. Моннан тыш, барлык тере организмнар эволюцияләнәләр — тарихи үсеш (филогенез) барышында үзгәреш кичерәләр.

8. *Тынычсызланучанлыгы.* Теләсә нинди тере организм тышкы һәм эчке йогынтыларга сайлап кына җавап бирергә сәләтле.

9. *Нәселдәнлеге һәм үзгәрүчәнлеге.* Билгеләрнең буыннан-буынга күчә баруын нәселдәнлек тәэмин итә. Нәселдәнлек информациясе үзгәрергә сәләтле булганлыктан, яңа буын үз ата-анасының нәкъ күчермәсе булмый.

Югарыда санап үтелгән аерым үзлекләр терек булмаган дөньяга да хас булырга мөмкин. Мәсәлән, тозның туендырылган эремәсендә кристаллар «үсә» ала. Ләкин мондый үсү тере организмга хас үсүнең сыйфат һәм микъдар параметрларына ия була алмый.

Янып торган шәмгә матдәләр алмашы һәм энергия әверелеше процесслары шулай ук хас, ләкин ул үзкөйләнүгә һәм үрчүгә сәләтле түгел.

Димәк, югарыда санап үтелгән үзлекләр *җыелмасы* фәкать тере организмнарга гына хас.

Тереклек. Ачык система.

1. Ни өчен «тереклек» төшенчәсенә билгеләмә бирү гаять катлаулы?
2. Тере организмнарның химик төзелеше белән терек булмаган табигать арасында аермалык нәрсәдә?
3. Ни өчен тере организмнар ачык системалар дип атала?
4. Тере организмнарда һәм терек булмаган табигатьтә алмашу процесслары, нигездә, нәрсә белән аерыла?
5. Планетадабыздагы тереклек үсешендә үзгәрүчәнлек һәм нәселдәнлекнең роле нинди?

Терек булмаган табигатьтә һәм тере организмнарда үсү, үрчү һәм матдәләр алмашы процессларының асылын чагыштырыгыз. Тере организмнарга хас, ләкин терек булмаган объектларда да күзәтеп булган үзлекләргә мисаллар китерегез.

Организм (лат. organizo – төзим, тәртипкә салам) ул – үзе яшәгән тирәлек белән үзара мөстәкыйль бәйләнештә торучы зат, индивид (лат. indivi duus – бүленмәс). «Организм» термины ансат аңлашыла, ләкин аны бер генә мәгънә белән билгеләү мөмкин түгел диярлек. Организм бер күзәнәктән торырга һәм күп күзәнәкле дә булырга мөмкин. Төрле колониаль организмнар бериш организмнардан торырга мөмкин, мәсәлән вольвокс, яисә югары дифференциациягә яхшы җайлашкан бербөтенне тәшкил итүче затлар җыелмасы булырга мөмкин, мәсәлән колониаль эчәккуышлы хайван – Португалия кораблигы. Кайчак хәтта бер-берсеннән аерылган затлар да билгеле бер индивидуаль үзлекләре белән үзенчәлекле төркемнәр барлыкка китерә: мәсәлән, бал кортлары күче, башка төркем бөҗәкләр кебек үк, бер организм булып яшәү үзлекләренә ия.

§ 4 Тере материянең төзелеш дәрәҗәләре

1. Табигый бергәлекләрнең нинди төрләрен беләсез?
2. Тере материя төзелешенең нинди дәрәҗәләрен беләсез?

Җирдә тереклекне аерым систематик төркемнәргә кергән билгеле бер төзелешкә ия организмнар, шулай ук төрле катлаулылыктагы бергәлекләр тәшкил итә. Бөтен терек табигать биологик системалар (гр. systema — үзара бәйләнгән өлешләрдән торган бербөтен) җыелмасыннан гыйбарәт. Системаның үзлекләре аны тәшкил иткән өлешләрнең үзлекләре суммасына тәңгәл килми. Әйтик, популяциянең мөһим үзлекләре (җенес һәм буыннар нисбәте, үрчү тизлеге) аерым организмнар дәрәҗәсендә булмый. Система һәм аның өлешләренең үзлекләре хәтта капма-каршы булырга мөмкин. Мәсәлән, теоретик яктан караганда, үләчәк затлардан торган популяция уңайлы шартларда үлемсез.

Белгәнегезчә, тере системаларның мөһим үзлекләре булып *күпдәрәҗәлелек* һәм *иерархик төзелеш* (гр. hierarchia — буйсыну тәртибе) исәпләнә. Биологик системаларның өлешләре шулай ук үзара бәйләнештәге өлешләрдән төзелгән системалар булып торалар. Мәсәлән, организм популяциянең бер өлеше булырга һәм аның үзен бер яки күпләгән күзәнәк тәшкил итәргә мөмкин. Һәр тере система теләсә нинди дәрәҗәдә кабатланмас, уникаль һәм үзенә охшашлардан аерылып тора.

Галимнәр, тереклекнең үзлекләре чагылу үзенчәлекләренә нигезләнеп, терек табигать төзелешенең берничә дәрәҗәсен аерып күрсәтәләр: *молекуляр, күзәнәк, организм, популяция-төр, экосистема* һәм *биосфера* дәрәҗәләре (2 нче рәсем). Ләкин дәрәҗәләр җыелмасы һәрвакытта да нәкъ санап үтелгәнчә булмый. Мәсәлән, бер күзәнәкле организмнарның күзәнәк һәм организм дәрәҗәләре бергә тәңгәл килә. Кайчак галимнәр өстәмә дәрәҗәләрне, мәсәлән, тукыма, орган дәрәҗәләрен аерып күрсәтәләр. Төзелеш дәрәҗәсенә бәйсез рәвештә, барлык тере системаларга уртак билгеләр хас, ә системалар үзләре бер-берсенә йогынты ясый. Түбәнрәк дәрәҗә системалары берләшү нәтиҗәсендә, һәр дәрәҗәдә билгеле бер яңа сыйфат барлыкка килә.

Молекуляр дәрәҗәне органик матдәләр (күзәнәкләрдәге аксымнар, нуклеин кислоталары, углеводлар, липидлар) молекулалары тәшкил итә. Алар биологик молекулалар дип йөртелә.

Югарыда саналган иң әһәмиятле биологик кушылмаларның организм үсүе һәм үсешендәге, тере күзәнәкләрдә нәселдәнлек ин-

БИОСФЕРА ДӘРӘҖӘСЕ

Биосфера — Җирнең тере организмнар йогынтысында үсеш алган тышчасы

ЭКОСИСТЕМА ДӘРӘҖӘСЕ

Экосистема — матдәләр, энергия һәм информация алмашу белән үзара бәйләнгән тере организмнар һәм тереклек итү тирәлеге җыелмасы

ПОПУЛЯЦИЯ-ТӨР ДӘРӘҖӘСЕ

Популяция — уртак генофондка ия һәм билгеле бер территорияне биләп торган аерым төр затлар җыелмасы. Төрләр популяция формасында яшиләр

ОРГАНИЗМ ДӘРӘҖӘСЕ

Организм — тереклек итү тирәлеге белән чагыштырмача мөстәкыйль бәйләнештә торучы аерым бер тереклек иясе

КҮЗӘНӘК ДӘРӘҖӘСЕ

Күзәнәк — тере организмнарның төп структур һәм функциональ берәмлеге, элементар тере система

МОЛЕКУЛЯР ДӘРӘҖӘ

Тере системалар составына кергән органик һәм неорганик молекулалар, шулай ук аларның күптөрле комплекслары

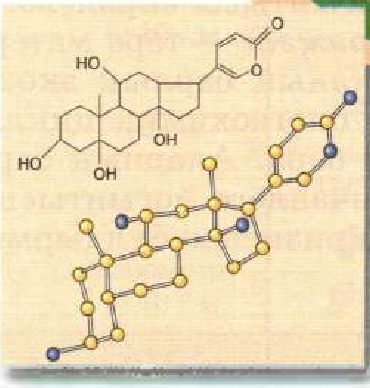
Җир планетасы

Урман-дала

Антилопалар

Яшел бака

Хайван күзәнәге



Яшел баканың стероид токсины молекуласы

2 нче рәсем. *Тере материянең төзелеш дәрәҗәләре*

формациясен саклау һәм күчерүдәге, матдәләр алмашы һәм энергия әверелешендәге, шулай ук башка күренешләрдәге роле молекуляр дәрәҗәдә тикшерелә.

Күзәнәк дәрәҗәсен күзәнәкләр тәшкил итә. Бу — тереклекнең бөтен үзлекләренә ия тере материянең беренче, башлангыч дәрәҗәсе. Әлеге дәрәҗәдә фән күзәнәкнең морфологик төзелеше мәсьәләләрен, үсеш барышында күзәнәкләрнең специальләшүен, күзәнәк мембранасының функцияләрен, күзәнәкләрнең бүленү механизмнарын өйрәнә. Бу проблемаларның практик әһәмияте гаять зур, аеруча медицинада мөһим.

Организм дәрәҗәсен бер күзәнәкле дә, күп күзәнәкле организмнар да тәшкил итәргә мөмкин. Әлеге дәрәҗәдә организм бербөтен буларак, тереклек эшчәнлеге процессында аның органнары аңа хас булган механизмнар белән килешенеп эшләве, төрле экологик шартларда аның җайлашуы һәм үз-үзен тотышы өйрәнелә.

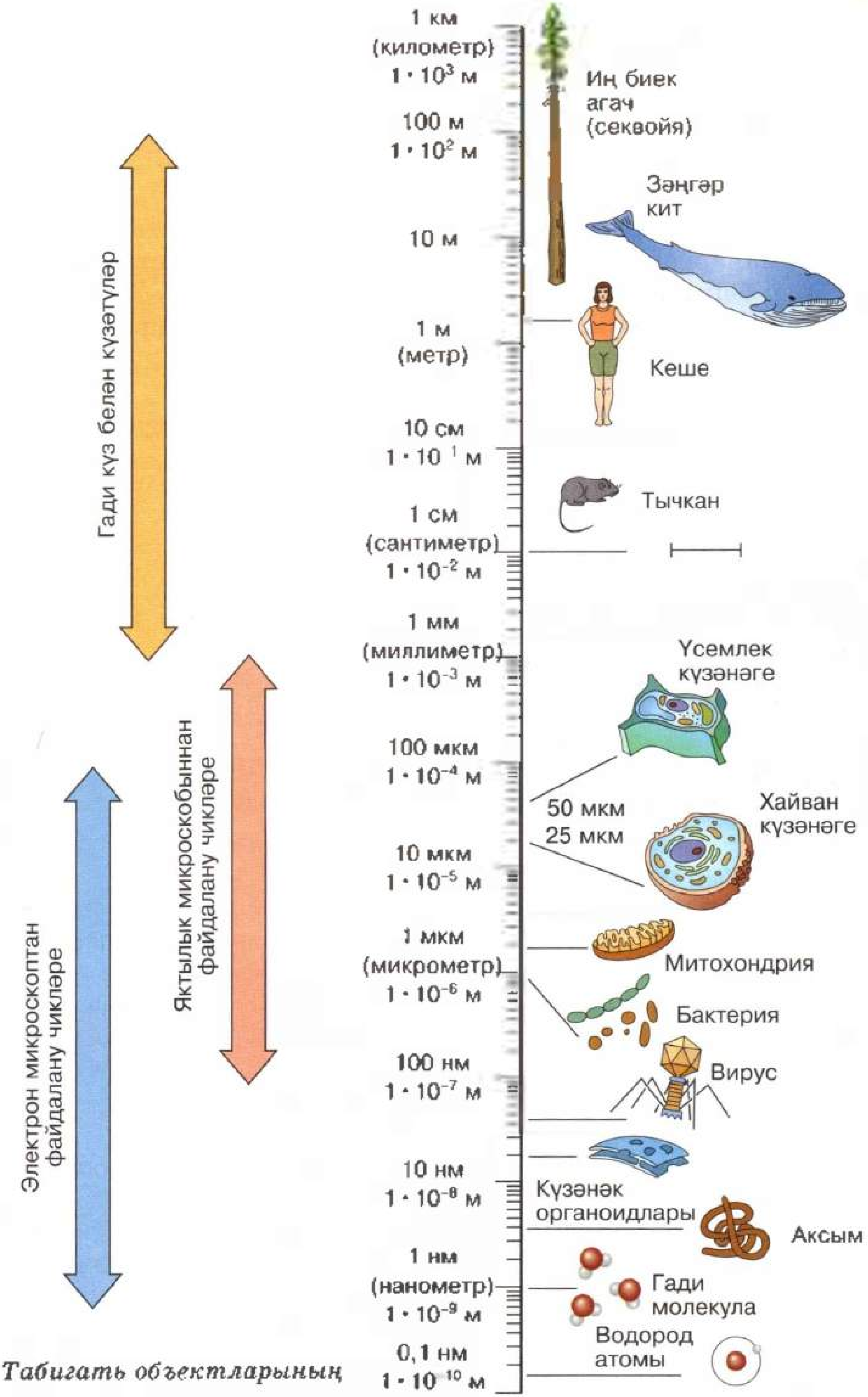
Популяция-төр дәрәҗәсен төрләрнең популяцияләре тәшкил итә һәм организм дәрәҗәсеннән нык аерылып тора. Теләсә нинди организмның гомерен аның генетикасы билгели, ә популяция исә, әйләнә-тирәдә уңайлы шартлар булганда, чиксез озак яшәргә мөмкин.

Бу дәрәҗәдә популяцияләрдәге затларның саны һәм яшь составы динамикасына тәэсир итә торган факторларны, бетүгә йөз тоткан төрләрне саклап калу проблемаларын, микроэволюция факторларының йогынтысын һ.б.ны өйрәнәләр. Әлеге мәсьәләләр мөһим практик әһәмияткә ия, чөнки алар, файдаланудагы экосистемаларда төрле популяциядәге затларның оптималь санын саклау өчен, фәнни нигезләнгән киңәшләр бирергә булышлык итә.

Экосистема дәрәҗәсен үзара һәм әйләнә-тирә белән тыгыз бәйләнештә торган барлык төрләрнең популяцияләр системасы тәшкил итә. Бу дәрәҗәдә организмнар һәм әйләнә-тирә арасында урнашкан үзара мөнәсәбәтләр, экосистемаларның продуктивлыгын билгели торган шартлар, аларның тотрыклылыгы, шулай ук аларга кеше эшчәнлегенең йогынтысы өйрәнелә.

Биосфера дәрәҗәсе — тере материя төзелешенең иң югары формасы, ул планетаның барлык экосистемаларын берләштерә. Биосферада глобаль биогеохимик цикллар (матдәләр әйләнешләре һәм энергия агышы) бара. Аларның барыш механизмнарын, шулай ук боларга кеше эшчәнлеге йогынтысын өйрәнү, хәзерге вакытта глобаль экологик кризисны булдырмый калу өчен, беренче дәрәҗә әһәмияткә ия.

Тере материя төзелешенең дәрәҗәләре: молекуляр, күзәнәк, организм, популяция-төр, экосистема, биосфера.



3 нче рәсем. *Табигать объектларының зурлыклары*

1. Биологик системалар нәрсә белән характерлана?
2. Тере материя төзелешенә нинди дәрәҗәләр хас? Алар нинди критерийларга нигезләнеп бүленәләр?
3. Тере материя төзелешенең дәрәҗәләрен өйрәнү нинди практик әһәмияткә ия?

Төзелеш дәрәҗәләре нинди булуга карамастан, барлык тере системаларга уртак билгеләр хас булуын, ә системаларның өзлексез бер-берсенә йогынты ясауларын дәлилләгез. Тере материя төзелешенең һәр дәрәҗәсендә билгеле бер яңа сыйфат барлыкка килүен мисалларда күрсәтегез.

3 нче рәсемдә терек табигатьнең төрле зурлыктагы объектлары күрсәтелгән. Халыкара берәмлекләр системасына нигезләнеп, озынлыкны түбәндәге берәмлекләр белән үлчиләр:
төп берәмлек – метр (м)
1 сантиметр (см) = 0,01 м
1 миллиметр (мм) = 0,001 м
1 микрометр, яки микрон (мкм, яки µm) = 0,000001 м
1 нанометр (нм, яки nm) = 0,000000001 м
1 Å (ангстрем) = 0,1 нм

Кереш бүлегенең кыскача эчтәлеге

Биология – тереклек турындагы фән. Тере организмнар турында белемнәрне кеше күп мең еллар туплап килгән.

Хәзерге вакытта биология – төрле биологик дисциплиналарның дифференциациясе һәм интеграциясе нәтиҗәсендә формалашкан комплекслы фән.

Биологиянең кеше тормышы өчен практик әһәмияте зур.

Биологиянең үсеше шактый дәрәҗәдә тикшеренүнең яңа методларын эшләү һәм куллану белән билгеләнә. Фәнни метод ул – табигатьне танып белү ысулларының җыелмасы. Фәнни методның иң мөһим принцибы – бернәрсәне дә шикләнмичә кабул итмә. Биология фәнендә кулланыла торган төп методлар: тасвирлау, чагыштыру, тарихи һәм эксперименталь.

Биология тере организмнарны өйрәнә. Тереклек турында бөтенесен эченә алган билгеләмә бирү авыр, ләкин тере организмнарның терек булмаган табигатьтән аерылып торган билгеләре күп. Тере организмнар – энергияне һәм туклыклы матдәләрне әйләнә-тирәдән алып торган ачык системалар: алар тышкы тәэсирләргә җавап бирәләр, үзләрендә үсеш һәм үрчү өчен кирәкле бөтен информацияне йөртәләр, билгеле бер яшәү тирәлегенә җайлашалар.

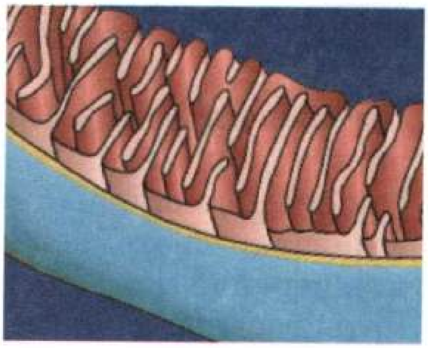
Тереклекне терек булмаган табигать объектларыннан аерып торган бертөрле үзлекләр тере материя төзелешенең барлык дәрәҗәләренә хас.

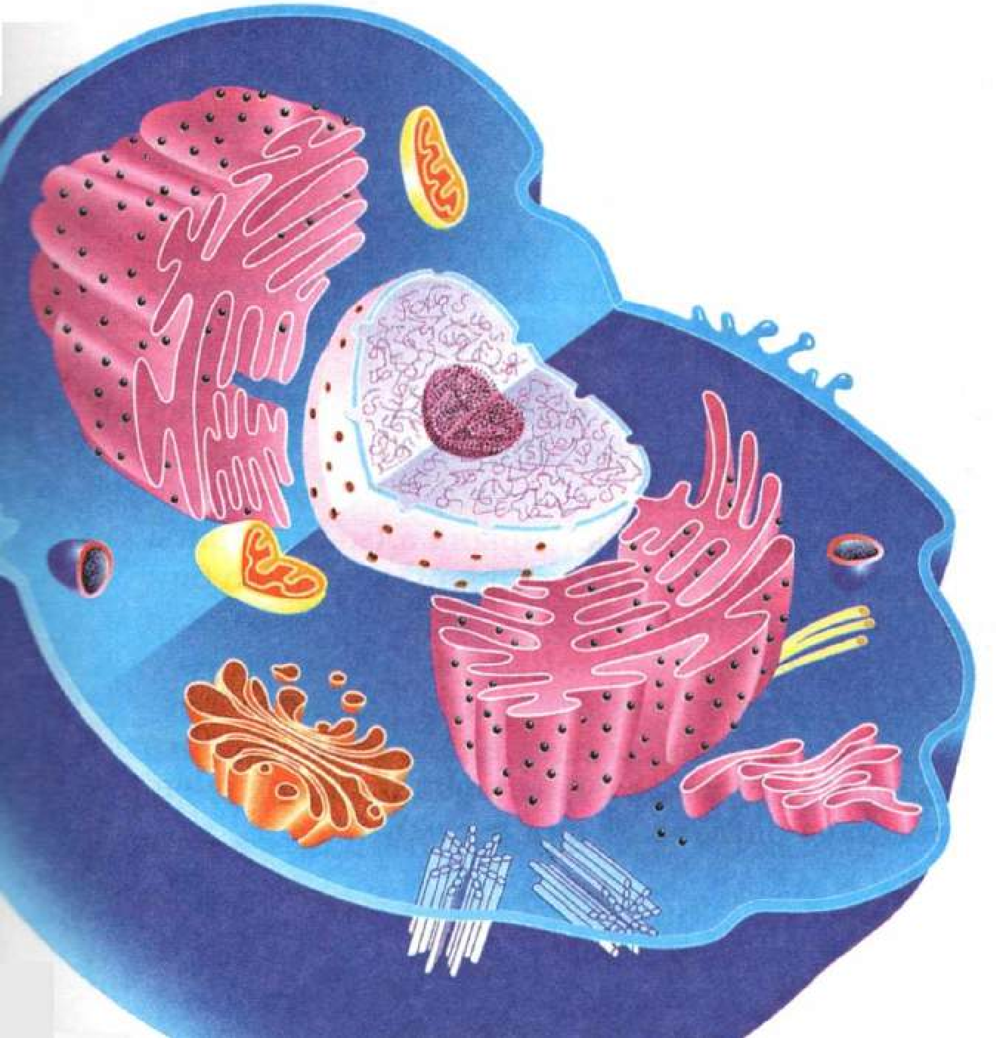
1 бүлек

Цитология нигезләре

Бу бүлекне өйрәнеп, сез түбәндәгеләрне белерсез:

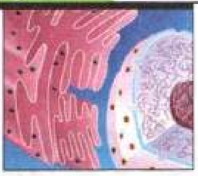
- *цитология фәне нәрсәне өйрәнә;*
- *күзәнәкләрнең төзелеше нинди;*
- *нәрсә ул вирус.*





Күзәнәк — тереклекнең элементар берәмлеге, ул организмның барлык билгеләренә: үрчү, үсү, әйләнә-тирә белән матдәләр һәм энергия алмашу, бу тирәлектә барган үзгәрешләргә җавап бирү сәләтенә ия. Бериш организмнар бары бер генә күзәнәктән тора (болар — иң түбән төзелешлеләр, кайбер суүсемнәр), ә икенчеләре — күпкүзәнәклеләр, аларны күп санлы күзәнәкләр тәшкил итә. Күзәнәкнең төзелешен һәм аның тереклек эшчәнлеге принципларын өйрәнү белән цитология фәне шөгыльләнә.

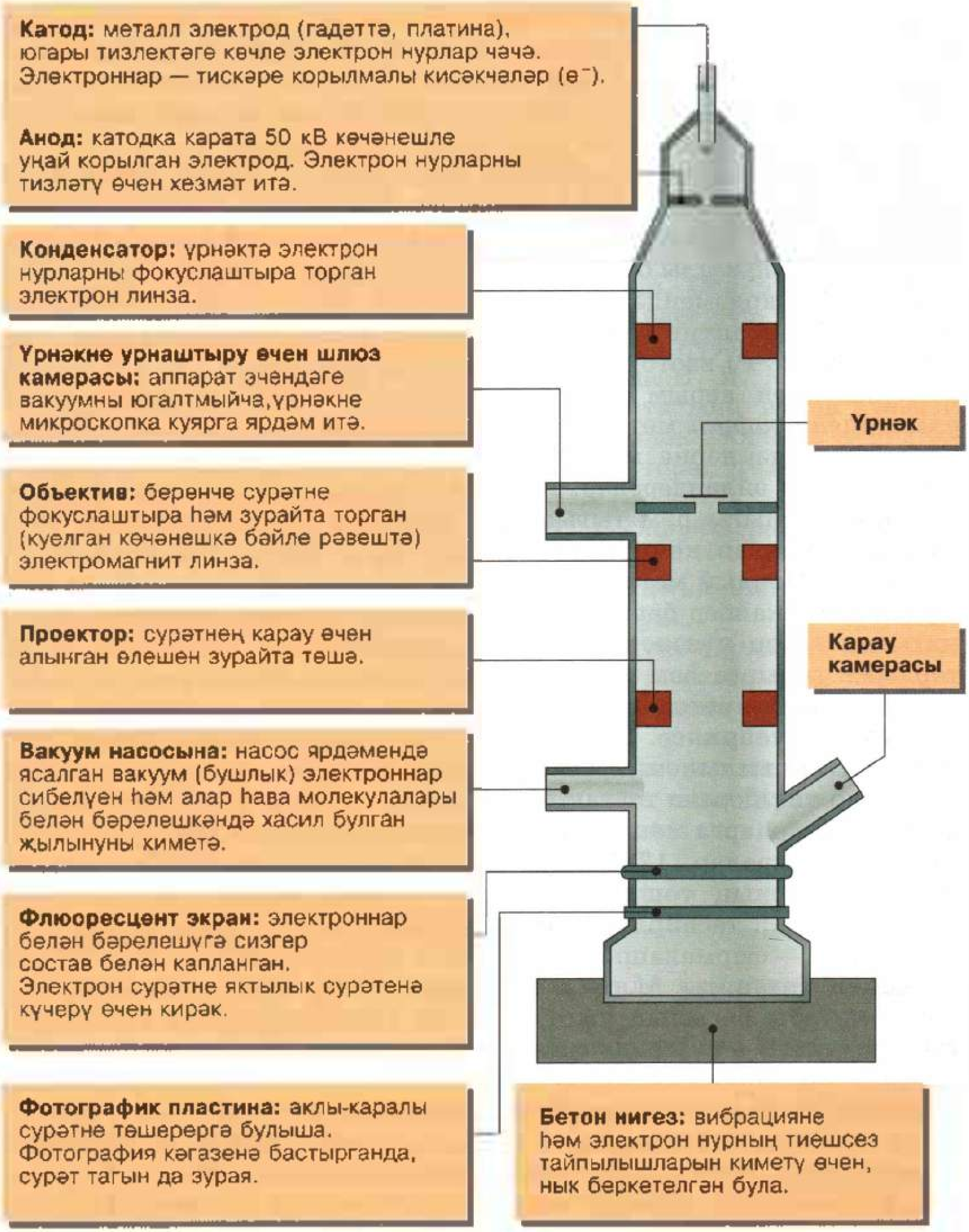
§ 5 Цитология методлары. Күзәнәк теориясе



1. Нәрсә ул күзәнәк?
2. Күзәнәкләр нинди зурлыкта була?
3. Күзәнәкләрне өйрәнү өчен, нинди приборлардан файдаланалар?
4. Нәрсә ул фагоцитоз?

Цитология методлары. Күзәнәкләрнең анатомиясен һәм тереклек эшчәнлеген өйрәнү өчен, күптөрле методлар кулланалар. Тарихи яктан беренче шундый метод булып *яктылык микроскопиясе* исәпләнә. Линзалар системасын файдалану исәбенә сурәтне зурайтып күрсәткән беренче микроскоплар XVII гасыр башында уйлап табыла, ләкин ярты гасырдан соң гына, 1665 елда, инглиз Роберт Гук микроскопны тере организмнар тикшерү өчен файдалана һәм шунда күзәнәкне күрә. Берникадәр соңрак (1696 елда) *Антони ван Левенгук* үзенең «Тайны природы, открытые с помощью совершеннейших микроскопов» дигән хезмәтендә эритроцитлар, сперматозоид һәм микроорганизмнар турында яза. Шуңа күрә биологик микроскопиягә нигез салучы булып ван Левенгук санала.

Яктылык микроскоплары хәзер дә киң кулланыла, ләкин алар ярдәмендә яктылык дулкыны озынлыгыннан (400—800 нм) кечерәк зурлыктагы объектларны өйрәнеп булмый. Моның сәбәбе: яктылык дулкыны бик кечкенә предмет өслегеннән кайтарыла алмый, ул аны читләтеп үтә. Шуңа күрә физикларда яктылык нурлары урынына бик кечкенә объектлар өслегеннән кайтарылырга сәләтле электроннар агымы файдаланырга дигән фикер туа. Шулай итеп, XX гасырның 30 нчы елларында *электрон микроскоп* уйлап табыла, ул биологларга нибары 1 нм зурлыктагы күзәнәкнең состав өлешләрен күрергә мөмкинлек бирә. Предметларның күләмле сурәтләрен булдыру өчен, *электрон сканирлау микроскобы* эшләнә (4 нче рәсем).



4 нче рәсем. *Электрон сканирлау микроскобы*

Ләкин, электрон микроскоп ярдәмендә тикшерү алдыннан, күзәнәкләргә махсус эшкәртү уздыралар, нәтиҗәдә алар үлә. Тере күзәнәкне бу рәвешле өйрәнү мөмкин түгел. Тере күзәнәктә барган процессларны озак вакыт күзәтергә кирәк булганда, *көчле яктылык микроскоплары аша акрын гына кинога төшерәләр.*

Ә инде күзәнәктәге берәр химик кушылманың торышын күзәтергә кирәк булганда, аның молекуласындагы атомнарның берсен радиоактив изотопка алмаштырырга мөмкин. Бу вакытта әлеге молекула *радиоактив тамгалы* була, шуның буенча радиоактив кисәкчекләрне хисаплагыч ярдәмендә аны күрергә яки фотопленкага төшерергә мөмкин. Радиоактив тамга сыйфатында водород (^{3}H), углерод (^{14}C) һәм фосфор (^{32}P) изотоплары еш кына файдаланыла.

Күзәнәкнең аерым органоидларын аерып алу һәм өйрәнү өчен, *ультрацентрифуга* методыннан файдаланалар: пробиркаларда таркалган күзәнәкләрне махсус приборларда — центрифугаларда бик зур тизлектә әйләндерәләр. Күзәнәкнең төрле состав өлешләренең массасы, зурлыгы һәм тыгызлыгы бертөрле булмаганлыктан, алар үзәккә омтылган көч тәэсирендә пробирка төбенә төрле тизлектә утыралар. Мондый метод белән митохондрияләрне, рибосомалар һәм күзәнәкнең кайбер башка органоидларын аералар. Галимнәр карамагында хәзер күзәнәк составына кергән молекулаларның төрле төрләрен аерырга һәм тикшерергә мөмкинлек биргән күп кенә химик һәм физик методлар бар.

Күзәнәк теориясе. XVIII—XIX гасырларда биологларның төп «коралы» яктылык микроскобы була. XVIII гасыр уртасына таба галимнәр тикшерелә торган объектларны яхшырак күрергә һәм тулырак тасвирларга мөмкинлек тудырган зурайткыч линзалар системасын булдыралар. 1781 елда Феличе Фонтана хайван күзәнәкләрен һәм аларның төшләрен рәсемгә төшерә, аннары Ян Пуркинье күзәнәк төшен тасвирлый һәм «протоплазма» (гр. protos — беренче һәм plasma — формалашкан) терминын кулланышка кертә. 1838 елда немец ботанигы *М. Шлейденның* «Материалы к филогенезу» дигән китабы басылып чыга, ул анда «Үсемлекләрнең төп структур берәмлеге — күзәнәк» дигән фикерне әйтә һәм организмда яңа күзәнәкләр барлыкка килүе турындагы мәсьәләне күтәреп чыга. М. Шлейден хезмәтләренә нигезләнеп, бер ел үтүгә, немец физиологы *Т. Шванн* «Микроскопические исследования о соответствии в структуре и росте животных и растений» дигән китабын нәшер итә. Аның китабында күзәнәк теориясенең беренче версиясе тәкъдим ителә. Түбәндә әлеге теориянең төп пунктлары китерелә:

— *барлык тереклек ияләре күзәнәкләрдән тора;*

— барлык күзәнәкләрнең дә төзелеше, химик составы охшаш һәм тереклек эшчәнлеге принциплары бертөрле;

— һәр күзәнәк мөстәкыйль; организмның эшчәнлеге аны тәшкил иткән күзәнәкләрнең тереклек эшчәнлеге процесслары суммасыннан тора.

М. Шлейден һәм Т. Шванн, хаталанып, организмда күзәнәк булмаган матдәдән күзәнәкләр барлыкка килә, дип уйлыйлар. Шунлыктан Рудольф Вирховның «Һәр күзәнәк — күзәнәктән» дигән принцибы күзәнәк теориясенә бик мөһим өстәмә булып керә (1859). Соңрак Вальтер Флеминг митозны тасвирлый, Оскар Гертвиг һәм Эдуард Страсбургер, бер-берсе белән бәйсез рәвештә, «Күзәнәкнең нәселдәнлек билгеләре турындагы информация күзәнәкнең төшендә бикләнгән» дигән нәтиҗә ясыйлар. 1892 елда И. И. Мечников фагоцитоз күренешен ача. Шулай итеп, Шванн тәгъбир иткән күзәнәк теориясенә нигезләнеп эшләнгән хәзерге күзәнәк теориясе күпләгән тикшеренүчеләрнең хезмәт нәтиҗәсе булып тора. **Хәзерге күзәнәк теориясенең положениеләре:**

— күзәнәк ул — тереклекнең универсаль структурасы һәм функциональ берәмлеге;

— барлык күзәнәкләрнең дә төзелеше, химик составы охшаш һәм тереклек эшчәнлеге принциплары бертөрле;

— күзәнәкләр элгәр күзәнәкләр бүленүдән генә барлыкка киләләр;

— күзәнәкләр мөстәкыйль тереклек итүгә сәләтле, ләкин күп күзәнәкле организмнарда аларның эше килешенгән һәм организм бербөтен система булып тора.

Күп күзәнәкле организмнарда матдәләр һәм энергия алмашы, үсү һәм үрчү күзәнәкләрнең эшчәнлеге аркасында гына бара.

Күзәнәк теориясе — хәзерге биологиядә ясалган иң мөһим нәтиҗәләрнең берсе.

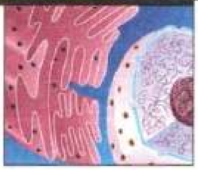
Күзәнәк теориясе.

1. Яктылык микроскобында теләсә нинди күзәнәкне карап буламы?
2. Электрон микроскоп яктылык микроскобыннан нәрсә белән аерыла?
3. Электрон микроскопта диаметры 20 мкм лы бактерияне күреп буламы?
4. Фагоцитоз күренешен кем ачкан?
5. Хәзерге күзәнәк теориясенең төп положениеләре нинди?

Кеше организмы якынча 220 миллиард күзәнәктән тора! Әгәр бу күзәнәкләрнең барысын бер рәт итеп тезсәк, 15 000 км га сузылыр. Гадәттә, күзәнәкләр зур түгел;

иң кечкенәләренең диаметры нибарысы 0,5 мкм (шарсыман микрококк бактерияләре). Уртача зурлыктагы күзәнәкләрнең диаметры 20 дән 100 мкм га кадәр дип әйтергә мөмкин. Ләкин бик зур күзәнәкләр дә бар. Мәсәлән, нерв күзәнәге аксонның озынлыгы бер метрга кадәр җитәргә мөмкин. Аркылы-буй мускулның күптөшле җепселләре 10 см га кадәр озынлыкта була.

§ 6 Күзәнәкнең химик составы үзенчәлекләре



1. **Нәрсә ул химик элемент?**
2. **Хәзерге вакытта ничә химик элемент барлыгы билгеле?**
3. **Нинди матдәләрне неорганик матдәләр дип атыйлар?**
4. **Нәрсәләрне органик кушылмалар дип атыйлар?**
5. **Нинди химик бәйләнешләр ковалент бәйләнешләр дип атала?**

Күзәнәкнең химик элементлары. Төрле организмнарның күзәнәкләре һәм хәтта күп күзәнәкле бер үк организмның төрле функцияләрне үти торган күзәнәкләре дә химик составы белән бер-берсеннән нык аерылырга мөмкин. Шул ук вакытта төрле күзәнәкләрдә нәкъ менә бер үк химик элементлар була. Төрле организмнар күзәнәкләренең элементар химик составы охшаш булу терек табигатьнең бердәмлеген дәлилли. Шул ук вакытта тере организмнарда терек булмаган табигать җисемнәрендә табылмаган бер генә химик элемент та юк. Бу инде терек һәм терек булмаган табигатьнең уртаклыгын күрсәтә.

Менделеев таблицасында хәзерге вакытта мәгълүм булган барлык элементларның яртысыннан артыгы күзәнәк составында табылды, ягъни безнең планетада азмы-күпме микъдарда булган элементларның бөтенесе дигән сүз. Шуның белән бергә, бу элементларның күзәнәктәге бүленеше гаять тигезсез. Мәсәлән, теләсә нинди күзәнәк массасының якынча 98% ына дүрт элемент: кислород (75%), углерод (15%), водород (8%) һәм азот (3%) туры килә. Бу элементлар органик кушылмаларның нигезен тәшкил итәләр, ә кислород һәм водород, моннан тыш, су составына да керәләр.

Күзәнәк массасының якынча 2% ына түбәндәге сигез элемент: калий, натрий, кальций, хлор, магний, тимер, фосфор һәм күкерт туры килә. Башка химик элементлар күзәнәктә бик аз микъдарда була. Кайбер тере организмнар билгеле бер химик элементларны үзләрендә тупларга сәләтле. Мәсәлән, бериш суүсемнәрдә — иод, казаякта — литий, бака тәңкәсе дигән үсемлектә радий туплана һ.б.

Барлык элементлар, тере организмдагы микъдарына карап, өч төркемгә бүленә. Тән массасына карата микъдары 0,001% ка кадәр булганнар — ***макроэлементлар,*** 0,001 дән 0,000001% ка кадәр — ***микроэлементлар,*** ә 0,000001% тан артмаганнары ***ультрамикроэлементлар*** дип атала (1 нче таблица).

1 нче таблица

Күзәнәкнең иң әһәмиятле химик элементлары

Организмнарның күзәнәкләре составына кергән элементлар, %		
макроэлементлар (0,001% ка кадәр)	микроэлементлар (0,001 дән 0,000001% ка кадәр)	ультрамикроэлементлар (0,000001% тан кимрәк)
Кислород (65—75) Углерод (15—18) Азот (1,5—3) Водород (8—10) Фосфор (0,2—1,00) Калий (0,15—0,4) Күкерт (0,15—0,2) Тимер (0,01—0,15) Магний (0,02—0,03) Натрий (0,02—0,03) Кальций (0,04—2,00)	Бор Кобальт Бакыр Молибден Цинк Ванадий Иод Бром Алюминий Марганец Фтор	Уран Радий Алтын Терекөмеш Бериллий Цезий Селен Көмеш

Күзәнәкнең химик элементлары. Организмнар составына кергән элементлар төрле неорганик һәм органик кушылмаларның состав өлешләре дә яки ионнар, мәсәлән катионнар (K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}) һәм анионнар (Cl^-, HCO_3^-, $H_2PO_4^-$, SO_4^{2-} һ.б.) формасында да булырга мөмкин (5 нче рәсем). Күзәнәк составына кергән иң әһәмиятле неорганик матдә — су. Анда газлар (O_2, CO_2, N_2) һәм башка кушылмалар эри. Органик матдәләр, нигездә, C, H һәм O тан тора; аксым составында бу элементларга — N һәм S, ә нуклеин кислоталарында N һәм P өстәлә. Күзәнәкләрдә органик һәм неорганик матдәләрнең нисбәте төрле (2 нче таблица).

2 нче таблица

Күзәнәктә органик һәм неорганик матдәләрнең процентлардагы нисбәте

Неорганик	Микъдары, %	Органик	Микъдары, %
Су Башка неорганик матдәләр	40—95 1,0—1,5	Аксымнар Липидлар Углеводлар Нуклеин кислоталары АТФ һәм башка түбән молекуляр органик кушылмалар	10—20 1—5 0,2—2,0 1,0—2,0 0,1—0,5

5 нче рәсем. *Тере организмнар составындагы матдәләр*

Углерод, терелекнең нигезе булып торган уникаль химик үзлекләргә ия булган хәлдә, аның химик нигезен тәшкил итә. Ул, күп кенә атомнар һәм аларның төркемнәре белән бәйләнешкә кереп, химик составы, төзелеше, озынлыгы һәм формасы буенча төрле органик молекулаларның скелетын төзегән чылбыр, бөҗра барлыкка китерә. Алардан төзелеше һәм функцияләре буенча аерылып торган катлаулы химик кушылмалар барлыкка килә. Органик молекулаларның күптөрлелегенең төп сәбәбе, аларны төзегән атомнарның аермалы булуыннан бигрәк, аларның үзара бәйләнешкә керү тәртибе никадәр күптөрле булуга бәйле. Ковалент бәйләнешләрнең ныклыгы аркасында гигант органик молекулалар — аксымнар, полисахаридлар, нуклеин кислоталары бар, алар, чиксез күптөрле булып, күзәнәкнең коры матдәсенә карата 97% тан артыгын тәшкил итә.

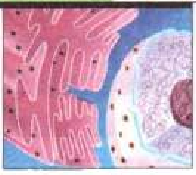
Макроэлементлар. Микроэлементлар. Ультрамикроэлементлар.

1. Ни өчен күзәнәкнең химик составы терек табигатьнең бердәмлеген һәм терек табигать белән терек булмаган табигатьнең тулы охшашлыгын раслый торган дәлил дип әйтә алабыз?
2. Микроэлементларга нинди элементлар керә?

3. Микроэлементлар һәм ультрамикроэлементлар арасында нинди аерма бар?
4. Ни өчен углеродны тереклекнең химик нигезен тәшкил итә дип исәплиләр?

Организмнар өчен күп элементларның микъдары даими булуы мөһим. Нинди дә булса элементның җитешмәве яки артык булуы төрле авыруларга сәбәп булырга мөмкин. Мәсәлән, B_{12} витамины составына кергән кобальт кан күзәнәкләре ясалуны стимуллаштыра. Шул ук вакытта организмда аның артык булуы яман шешкә китерергә мөмкин. Иод җитешмәгәндә, эндемик зоб башлана, ә цинк җитешмәү үрчемне киметә, кешедә һәм хайваннарда үсүне тоткарлый.

§ 7 Су һәм күзәнәкнең тереклек эшчәнлегендә аның роле



1. Суның төзелеше нинди?
2. Төрле күзәнәкләрдә суның микъдары (%) нинди?
3. Тере организмнарда суның роле нинди?

Күзәнәктә суның роле. Безнең планетада су — иң таралган матдәләрнең берсе. Күзәнәктә микъдар нисбәте буенча ул башка химик кушылмалар арасында беренче урынны алып тора. Теге яки бу күзәнәктә матдәләр алмашы никадәр югары, анда су микъдары шулкадәр күбрәк була.

Күзәнәктә су ике формада очрый: ирекле һәм бәйле. Ирекле су күзәнәкләр арасында, кан тамырларында, вакуольләрдә, органнар куышлыкларында була. Ул әйләнә-тирәдән күзәнәккә һәм, киресенчә, күзәнәктән тышкы тирәлеккә матдәләрне күчерү өчен хезмәт итә. Бәйле су, кайбер аксым молекулалары, мембраналар, җепселләр арасында булган хәлдә, күзәнәк структуралары составына керә һәм кайбер аксымнар белән кушыла.

Су төрле функцияләрне үти: күләмне, күзәнәкнең тыгызлыгын саклый, төрле матдәләрне эретә. Моннан тыш, тере системаларда химик реакцияләрнең күпчелеге су эремәләрендә уза.

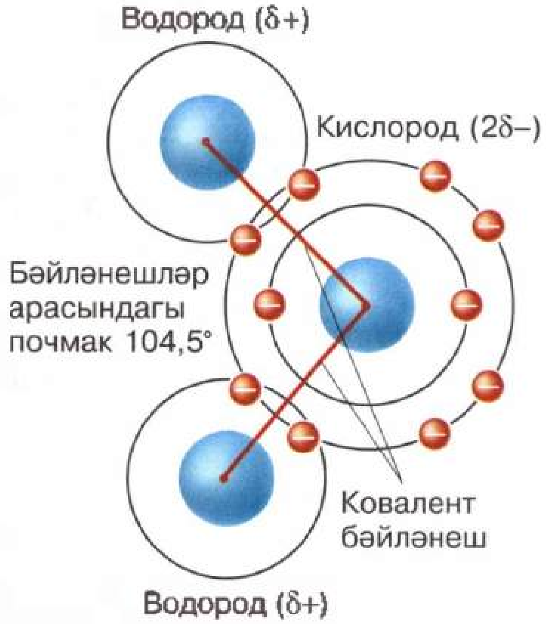
Су тере организмнар өчен гаять мөһим үзлекләргә ия.

Суның үзлекләре. Суның уникаль үзлекләрен аның молекуласының структурасы билгели. Су молекуласы поляр ковалент бәйләнешләр белән бәйләнгән O атомыннан һәм ике атом H тан тора. Су молекуласында электроннарның үзенчәлекле урнашуы аңа электрик асимметриялелекне бирә. Кислородның электр тискәре атомы водо-

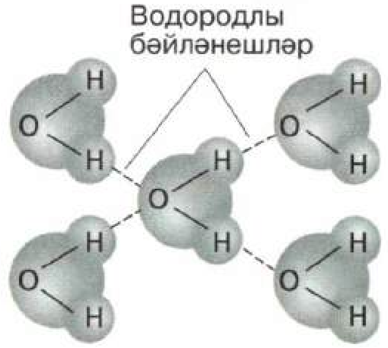
род атомнары электроннарын көчлерәк тарта, нәтиҗәдә су молекуласында электроннарның уртак парлары аның ягына авыша. Шуңа күрә су молекуласы, гомумән, корылмаган булса да, водородның һәр ике атомы өлешчә уңай корылмага ия (ул δ+ белән тамгалана), ә кислород атомы өлешчә тискәре корылма (δ−) йөртә. Су молекуласы полярлаша һәм диполь (ике полюслы) була (6 нчы рәсем).

Суның бер молекуласындагы өлешчә тискәре корылган кислород атомын башка молекулаларның өлешчә уңай корылган водород атомнары тарта. Шулай итеп, суның һәр молекуласы күрше дүрт су молекуласы белән водородлы бәйләнешкә керергә омтыла (7 нче рәсем).

Су — яхшы эреткеч. Молекулаларның полярлыгы һәм водородлы бәйләнешләр ясарга сәләтле булуы аркасында, су ионлы кушылмаларны (тозлар, кислоталар, нигезләрне) яхшы эретә. Суда кайбер ионлашмаган, ләкин поляр кушылмалар, ягъни молекуласында корылган (поляр) төркемнәр (шикәрләр, гади спиртлар, аминокислоталар) булган кушылмалар яхшы эриләр. Суда яхшы эручән матдәләр ***гидрофиль*** (гр. hygros — дымлы һәм philia — дуслык, һәвәслек) матдәләр дип атала. Матдә суга күчкәндә, аның молекулалары яки ионнары ирекләрәк хәрәкәтләнә һәм, димәк, матдәнең реакциягә керү сәләте үсә. Бу — суның күпчелек химик реакцияләр өчен төп тирәлек булып торуын яхшы аңлата, ә барлык гидролиз реакцияләре һәм күп санлы оксидлашу-кайтарылу реакцияләре турыдан-туры су катнашында уза.



6 нчы рәсем. *Су молекуласының төзелеше схемасы*



7 нче рәсем. *Су молекулалары арасында водородлы бәйләнешләр*

Суда начар яки бөтенләй эреми торган матдәләр ***гидрофоб*** (гр. phobos — курку) матдәләр дип атала. Аларга майлар, нуклеин кислоталары, кайбер аксымнар, полисахаридлар керә. Андый матдәләр су белән чик өслекләре барлыкка китерергә мөмкин, күп химик реакцияләр шунда уза. Димәк, суның поляр булмаган матдәләрне эретмәве тере организмнар өчен шулай ук әһәмиятле икән. Суның физиологик яктан мөһим үзлеге булып аның газларны (O_2, CO_2 һ.б.ны) эретергә сәләтле булуы тора.

Суның җылы сыешлыгы югары, ягъни ул, үз температурасы бик аз күтәрелгән хәлдә, җылылык энергиясен йотарга сәләтле. Суның зур җылы сыешлыгы организм тукымаларын температураның тиз һәм артык күтәрелүеннән саклый. Күп кенә организмнар суны парга әйләндереп (үсемлекләрдә транспирация, хайваннарда тир бүленеп чыгу) суыналар.

Суның шулай ук *җылы үткәрүчәнлеге югары*, ул организмда җылының тигез таралуын тәэмин итә. Димәк, суның югары чагыштырма җылы сыешлыгы һәм югары җылы үткәрүчәнлеге аның, күзәнәктә һәм организмда җылылык тигезләнешен саклау өчен, бик яхшы сыеклык булуын күрсәтә.

Су бөтенләй кысылмый, шуңа күрә ул тургор басымын булдыра, күзәнәк һәм тукымаларның күләмен, тыгызлыгын тәэмин итә. Мәсәлән, йомры суалчаннарда, медузалар һәм башка организмнарда нәкъ менә гидростатик скелет аларның формаларын саклый.

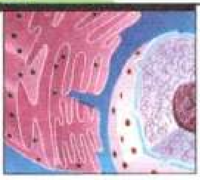
Су биологик системалар өчен әһәмиятле оптималь өслек тартылышы көчен барлыкка китерүе белән характерлана, ул — су молекулалары белән башка матдәләр молекулалары арасында водородлы бәйләнешләр барлыкка килү аркасында була. Өслек тартылышы көче аркасында капиллярларда кан йөреше, үсемлекләрдә эремәләрнең югарыга һәм түбәнгә хәрәкәте тукталмый.

Гидрофиль һәм гидрофоб матдәләр.

1. Су молекуласы төзелешенең үзенчәлекләре нәрсәдә?
2. Суның эреткеч буларак әһәмияте нинди?
3. Нәрсә ул суның җылы үткәрүчәнлеге һәм җылы сыешлыгы?
4. Ни өчен суны күзәнәк өчен идеаль сыеклык дип исәплиләр?
5. Күзәнәктә суның роле нинди?
6. Суның нинди структур һәм физик-химик үзлекләре аның күзәнәктәге биологик ролен билгеле?

Күзәнәкләрдә боз кристаллары барлыкка килү аларның җәрәхәтләнүенә һәм үлеменә китерергә мөмкин. Билгеле булганча, төрле матдәләрнең эремәләре түбәнрәк температурада чиста суга караганда тизрәк ката. Шуңа күрә кайбер организмнар үзләренең тән тукымаларында катуны һәм боз кристаллары барлыкка килүне булдырмый торган матдәләр туплыйлар. Мәсәлән, бакалар бозга ябышып катканнан соң да терНәкләнергә сәләтле. Бу аларның күзәнәкләрендә глюкоза һәм кайбер башка матдәләр күп булу белән тәэмин ителә.

§ 8 Минераль матдәләр һәм аларның күзәнәктәге роле



1. Нинди матдәләр минераль дип атала?
2. Нинди процесс диссоциация дип атала?
3. Нәрсә ул ионнар?

Күзәнәкнең минераль матдәләре. Күзәнәктә минераль матдәләрнең күпчелеге ионнарга таркалган (диссоциация) тозлар рәвешендә яисә каты хәлдә була.

Теләсә нинди күзәнәкнең цитоплазмасында, кагыйдә буларак, кальций һәм фосфорның аз эрүчән тозларыннан торган *кристалл кисәкчекләре* була. Болардан тыш, кремний (II) оксиды һәм башка неорганик матдәләр булырга мөмкин. Алар күзәнәкнең терәк структураларын (мәсәлән, радиолярияләрнең минераль скелетын) барлыкка китерәләр, ә организмда минераль матдәләр (кальций һәм фосфат тозлары) сөяк тукымасы составына керә; моллюскларның кабырчыгында (кальций тозлары), хитинда (кальций тозлары) була.

Күзәнәкнең тереклек эшчәнлеге процессларын тәэмин итү өчен, *неорганик ионнарның* әһәмияте аз түгел. Болар — минераль тозларның катионнары: K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, NH_3^+ һәм анионнары: Cl^-, HPO_4^{2-}, $H_2PO_4^-$, HCO_3^-, NO_3^-, PO_4^{3-}, CO_4^{2-}. Күзәнәктә һәм аның әйләнә-тирәсендә катионнар һәм анионнарның концентрациясе бертөрле түгел. Нәтиҗәдә күзәнәк эче сыеклыгы белән аны чолгап алган тирәлек арасында потенциаллар аермасы барлыкка килә. Бу исә организмда бик әһәмиятле процессларны: тынычсызланучанлыкны һәм нерв яисә мускул буйлап ярсыну үткәрелүен тәэмин итә.

Үзенең реакциясенә карап, эремәләр кислота, нигез (селте) үзлекле һәм нейтраль булырга мөмкин. Эремәнең әчелеген яки селтелелеген андагы H^+ ионнары билгели. Бу концентрация водород күрсәткече pH («пэ-аш») белән билгеләнә. Сыеклыкның нейтраль реакциясенә $pH = 7,0$, әче реакциясенә $pH < 7,0$ һәм селтелегә $pH > 7,0$ туры килә. pH шкаласының чикләре 0 дән 14,0 гә кадәр.

Күзәнәктә pH кыйммәте якынча 7,0 гә тигез. Аның бер-ике берәмлеккә үзгәрүе күзәнәк өчен һәлакәтле. Күзәнәкләрдә pH ның даимилеге күзәнәк эчендәге сыеклыкның буферлык үзлекләре аркасында саклана. *Буфер эремә* дип үзендә нинди дә булса көчсез кислота һәм аның эрүчән тозы катнашмасы булган эремәне атыйлар. Кислоталылык (H^+ ионнары концентрациясе) артканда, тозның ирекле анионнары ирекле H^+ ионнары белән ансат кушыла һәм аларны эремәдән чыгара. Кислоталылык кимегәндә, өстәмә H^+ ионнары аерыла. Шулай итеп, буфер эремәдә H^+ ионнары концентрациясе чагыштырмача даими саклана. Кайбер органик кушылмалар, атап әйткәндә аксымнар, шулай ук буферлык үзлекләренә ия.

Ионнар, организмның ***буфер системасы*** компоненты булып торган хәлдә, аның үзлекләрен, — матдәләр алмашы процессында әче һәм селтеле продуктлар өзлексез хасил булуга карамастан, pH ның даимилеген (нейтраль реакциягә якын) саклау сәләтен билгели. Мәсәлән, имезүчеләрдә HPO_4^{2-} һәм $H_2PO_4^-$ тән торган фосфат буфер системасы күзәнәк эчендәге сыеклыкның pH күрсәткечен 6,9—7,4 чикләрендә тота. Күзәнәкнең тышкы тирәлегендә (кан плазмасында) төп буфер системасы булып H_2CO_3 һәм HCO_4^- тән торган һәм pH күрсәткечен 7,4 дәрәҗәсендә саклаган бикарбонат системасы тора.

Азот, фосфор, кальций кушылмалары һәм башка неорганик матдәләр органик молекулалар (аминокислоталар, аксымнар, нуклеин кислоталары һ.б.) синтезы өчен файдаланыла.

Кайбер металларның (Mg, Ca, Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Br, Co) ионнары күп кенә ферментларның, гормоннар һәм витаминнарның компонентлары булып тора. Мәсәлән, Fe ионы — кан гемоглобины, Zn ионы инсулин дигән гормон составына керә. Алар җитешмәгәндә, күзәнәкнең иң әһәмиятле тереклек процесслары бозыла.

Буфер системасы.

1. Тере организмнарда минераль матдәләр нинди хәлдә була?
2. Неорганик ионнарның күзәнәктәге роле нинди?
3. Организм буфер системаларында ионнарның роле нинди?
4. Ни өчен кайбер металларның ионнары җитешмәү күзәнәкнең тереклек эшчәнлеге бозылуына китерә?

Организмнарның тереклек эшчәнлеге өчен неорганик кислоталар һәм алардагы тозларның роле зур. Мәсәлән, хлорид кислотасы ашказаны сыекчасы составына керә һәм азыктагы аксымның кайнатылуына шартлар тудыра. Сульфат кислотасы калдыклары организмнан суда эреми торган матдәләрне чыгарырга булыша.

§ 9 Углеводлар һәм күзәнәкнең тереклек эшчәнлегендә аларның роле

1. Сез нинди углевод матдәләрне беләсез?
2. Тере организмда углеводлар нинди роль уйный?

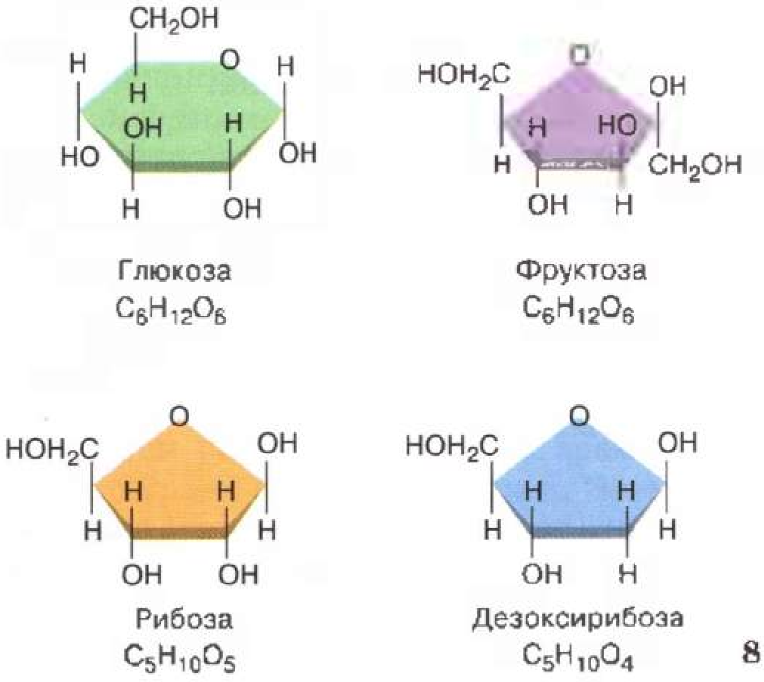
Углеводлар һәм аларның классификациясе. *Углеводлар*, яки *сахаридлар*, барлык тере организмнарның күзәнәкләре составына керә. Хайван күзәнәкләрендә углеводларның микъдары 1—5%, ә кайбер үсемлекләрдә 90% ка кадәр җитәргә мөмкин.

Углеводларны төп өч класска: моносахаридлар, олигосахаридлар һәм полисахаридларга аералар.

Моносахаридлар (гр. monos — бер) — суда тиз эрүчән һәм тәмгә татлы, төссез, кристаллик матдәләр.

Тере организмнар өчен иң әһәмиятле моносахаридлар: *рибоза*, *дезоксирибоза*, *глюкоза*, *фруктоза*, *галактоза* (8 нче рәсем).

Рибоза РНК, АТФ, В группасы витаминнары һәм күп кенә ферментлар составына керә. Дезоксирибоза ДНК составына керә. Глюкоза (виноград шикәре) полисахаридлар (крахмал, гликоген, целлюлоза) мономеры булып тора. Ул барлык организмнарның күзәнәкләрендә бар. Фруктоза олигосахаридлар, мәсәлән сахароза, составына керә. Ирекле хәлдә үсемлек күзәнәкләрендә була. Галактоза да кайбер олигосахаридлар, мәсәлән лактоза, составына керә.



8 нче рәсем. *Моносахаридлар*

Олигосахаридлар (гр. oligos — бераз) бер-берсе белән гликозидлы бәйләнеш ярдәмендә ковалент тоташкан ике сахаридтан (бу очракта аларны *дисахаридлар* дип атыйлар) яки берничә моносахаридтан тора. Күпчелек олигосахаридлар суда эрүчән һәм тәмгә татлы.

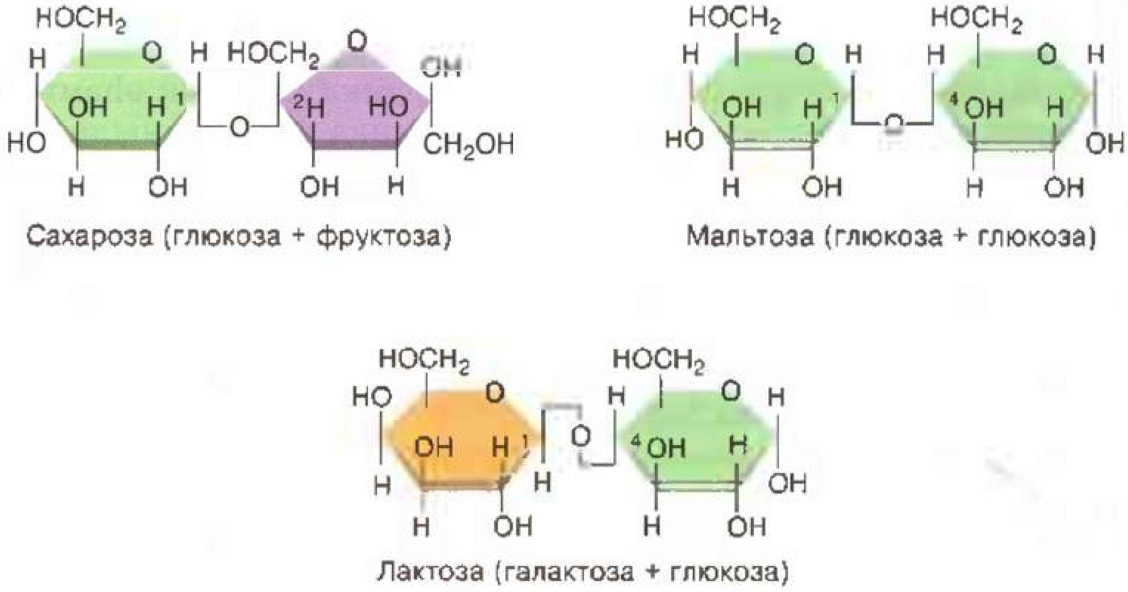
Олигосахаридлардан иң таралган дисахаридлар: *сахароза* (камыш шикәре), *мальтоза* (солод шикәре), *лактоза* (сөт шикәре) (9 нчы рәсем).

Полисахаридлар (гр. poly — күп) — полимерлар, һәм алар ковалент бәйләнешләр белән тоташкан билгесез күп (берничә йөзләгән яки меңләгән) санда моносахаридлар молекулалары калдыкларыннан торалар. Аларга *крахмал, гликоген, целлюлоза, хитин* һ.б. керә. Шунысы кызыклы: тере организмнарда әһәмиятле урын алып торган крахмал, гликоген һәм целлюлоза глюкоза мономерларыннан төзелгән, ләкин молекулаларда аларның бәйләнешләре төрлечә. Моннан тыш, целлюлозада чылбырлар тармакланмый, ә гликогенда крахмалдагыга караганда ныграк тармаклана (10 нчы рәсем).

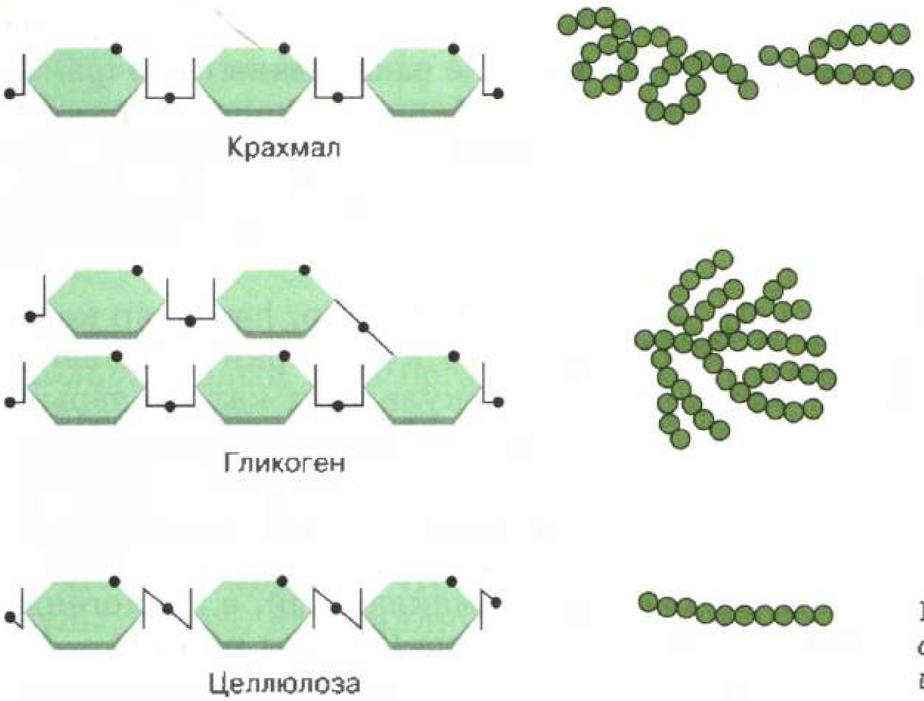
Мономерларның саны арта барган саен, полисахаридларның эрүчәнлеге кими һәм татлылыгы бетә.

Кайбер углеводлар аксымлы *(гликопротеидлар)* һәм липидлы *(гликолипидлар)* комплекслар барлыкка китерергә сәләтле.

Углеводларның функцияләре. Углеводларның төп функциясе — энергия чыганагы булуда; бу — *энергетик* функция. Алар ферментлар катнашында таркалганда һәм углевод молекулалары оксидлаш-



9 нчы рәсем. *Дисахаридлар*



10 нчы рәсем. *Полисахаридлар төзелешенең схемасы*

канда, организм өчен кирәкле энергия аерылып чыга. 1 г углевод тулысынча таркалганда, 17,6 кДж аерылып чыга.

Углеводлар *запас туплау* функциясен үтиләр. Артык булганда, күзәнәктә алар запас матдәләр (крахмал, гликоген) сыйфатында туплана һәм, кирәк булганда, организм тарафыннан энергия чыганагы буларак файдаланыла. Углеводларның көчле таркалуы, мәсәлән, орлык шытканда, мускуллар интенсив эшләгәндә, озак ачыкканда күзәтелә.

Углеводларның *структур*, яки *төзү*, функциясе бик әһәмиятле. Алар организмда төзү материалы сыйфатында файдаланыла. Мәсәлән, целлюлоза, төзелеше үзенчәлекле булу аркасында, суда эреми һәм бик нык булуы белән аерылып тора. Үсемлекләрнең күзәнәк стенкалары материалының уртача 20—40% ы целлюлозадан тора, ә мамык үсемлеге җепселләре саф целлюлоза диярлек, һәм нәкъ менә шунлыктан аларны тукымалар туку өчен файдаланалар.

Хитин кайбер иң түбән төзелешлеләрнең һәм гөмбәләрнең күзәнәк стенкалары составына керә. Тышкы скелетның мөһим компоненты сыйфатында хитин хайваннарның аерым төркемнәрендә, мәсәлән, буынтыгаяклыларда очрый.

Углеводлар *саклагыч* функцияне дә үтиләр. Мәсәлән, моносахаридлар кушылмасы булган сәмих (үсемлекләрнең, әйтик слива, чия, ботаклары сынганда агып чыккан чәер) агач кәүсәсенә авыру кузгата торган микроорганизмнар керүен тоткарлый.

Беркүзәнәклеләрнең каты күзәнәк стенкалары һәм буынтыгаяклыларның хитин япмалары составына углеводлар керә һәм шулай ук саклагыч функцияне үти.

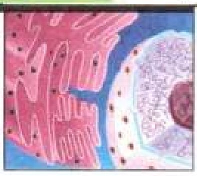
Углеводлар. Моносахаридлар. Олигосахаридлар. Полисахаридлар.

1. Нинди углеводлар моно-, олиго- һәм полисахаридлар дип атала?
2. Тере организмнарда углеводлар нинди функцияләр үтиләр?
3. Ни өчен углеводлар күзәнәктә төп энергия чыганаклары булып санала?

Гадәттә, хайван организмы күзәнәкләрендә 1% чамасы углевод була, бавыр күзәнәкләрендә аларның микъдары 5% ка кадәр, ә үсемлек күзәнәкләрендә 90% ка кадәр җитә. Уйлагыз һәм сәбәбен аңлатып бирегез.

Углеводлар — күп атомлы спиртларның кушылмалары. Алар углерод, водород, кислородтан тора. Химиклар бу кушылмаларны күп атомлы оксиальдегидлар яки күп атомлы оксикетоннар дип билгелиләр. «Углеводлар» дигән исем, инде искергән булса да, әлегә кадәр киң кулланыла, шул исәптән фәнни әдәбиятта да. Бу класс кушылмалары әлеге атаманы шуның өчен алган: аларның күпчелегенең молекулаларында водород һәм кислород нисбәте нәкъ судагы кебек. Углеводларның гомуми формуласы $C_n(H_2O)_m$, биредә n 3 тән ким түгел. Ләкин углеводлар классына кергән барлык кушылмаларга да бу формула туры килеп бетми.

§ 10 Липидлар һәм күзәнәкнең тереклек эшчәнлегендә аларның роле



1. Сез нинди липидларны беләсез?
2. Нинди туклану продуктлары майларга бай?
3. Организмда липидларның роле нинди?

Липидлар һәм аларның классификациясе. *Липидлар* (гр. lipos — май) — майлар һәм майсыман матдәләрнең зур группасы, алар барлык тере күзәнәкләрдә очрый. Күпчелеге поляр түгел, димәк, гидрофоб. Алар суда бөтенләй эреми, ләкин органик эреткечләрдә (бензинда, хлороформ, эфир һ.б.да) яхшы эри.

Кайбер күзәнәкләрдә липидлар бик аз, нибары берничә процент кына, ә менә имезүчеләрнең тире асты май клетчаткасында һәм орлыкларда, мәсәлән көнбагышта, аларның микъдары 90% ка җитә.

Химик төзелеше буенча липидлар гаять күптөрле.

Нейтраль майлар — киң таралган гади липидлар. Аларның молекулалары югары молекуляр май кислоталарының өч калдыгы өч атомлы спирт, яки глицеринның бер молекуласына кушылу нәтиҗәсендә барлыкка килә (11 нче рәсем).

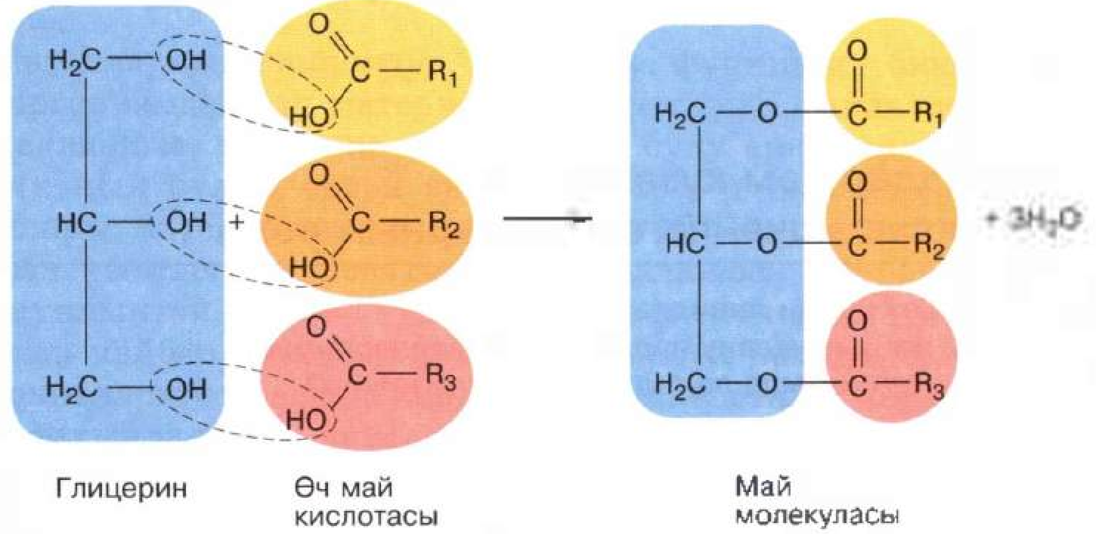
Бу группа кушылмалары арасында 20 °С та каты хәлдә калган һәм шул ук шартларда сыеклыкка әйләнгән майлар бар. Сыек майлар күбрәк үсемлекләргә хас, ләкин хайваннарда да очрарга мөмкин.

Балавызлар — май кислоталары һәм күп атомлы спиртлардан барлыкка килгән катлаулы эфирлар. Алар хайван тиресен, йон, каурыйны каплап йомшарта һәм су тәэсиреннән саклый. Күп үсемлекләрнең сабагын, яфракларын һәм җимешләрен шулай ук саклагыч балавыз катлавы каплаган.

Фосфолипидлар структуралары буенча майлар белән охшаш, ләкин аларның молекуласында май кислоталарының бер яки ике калдыгы фосфат кислотасы калдыгы белән алмашына.

Фосфолипидлар барлык күзәнәк мембраналарының төп компоненты булып тора.

Липидлар башка класс матдәләре белән катлаулы кушылмалар барлыкка китерә ала, мәсәлән аксымнар белән — *липопротеидлар* һәм углеводлар белән — *гликолипидлар*.



11 нче рәсем. *Глицерин һәм өч май кислотасыннан (R_1, R_2, R_3 бертөрле булырга мөмкин, ләкин еш кына төрле май кислоталарыннан була) май кислотасы молекуласы хасил булу*

Липидларның функциясе. Төп функцияләренең берсе — *энергетик функция*. 1 г май тулысынча оксидлашканда, 38,9 кДж энергия аерылып чыга. Ягъни углеводлар белән чагыштырганда 2 тапкыр күбрәк энергия бирәләр. Умырткалы хайваннарда күзәнәкләре тыныч халәттә файдалана торган энергиянең якынча яртысы майлар оксидлашу исәбенә хасил була.

Хайваннарда, шулай ук кайбер үсемлекләрдә майлар төп *запас матдә* булып тора. Алар шулай ук су чыганагы булып та файдаланыла ала (1 г май оксидлашканда, 1 г су хасил була). Бу аеруча су кытлыгы шартларында яшәгән чүл хайваннары өчен әһәмиятле.

Җылы үткәрүчәнлекләре түбән булу аркасында, липидлар *саклагыч функцияне* үтиләр, ягъни организмнарның җылылык изоляциясе өчен хезмәт итәләр. Мәсәлән, күп кенә умырткалы хайваннарның тире асты май катлавы яхшы үскән, бу аларга салкын климат шартларында яшәргә булышлык итә, ә китсыманнарда икенче әһәмияткә дә ия — аларның йөзүчәнлекләрен яхшырта.

Үсемлекләрнең төрле өлешләрендәге балавыз сунның парга артык күп әйләнүен тоткарлый, хайваннарда ул су этәргеч катлам ролен үти.

Липидлар *төзү функциясен* дә үтиләр, чөнки суда эремәүчәнлекләре аларны күзәнәк мембраналарының иң әһәмиятле компонентлары итә (фосфолипидлар, липопротеиннар, гликолипидлар, холестерин).

Липидларның күп кушылмалары (мәсәлән, бөер өсте бизенең кабык катлавы, җенес бизләре гормоннары, A, D, E витаминнары) организмда барган алмашу процессларында катнашалар. Димәк, бу матдәләргә *көйләү функциясе (регулятор функция) дә* хас икән.

Липидлар. Балавызлар. Фосфолипидлар.

1. Липидларга нинди матдәләр керә?
2. Майларның төзелеше нинди?
3. Липидлар нинди функцияләр үтиләр?
4. Липидларга нинди күзәнәкләр һәм тукымалар бай?

Стероидлар – составында май кислоталары булмаган һәм үзенә бертөрле структуралы липидлар.

Стероидларга гормоннар, атап әйткәндә, бөер өсте бизенең кабык катлавында эшләнүче кортизон, җенес бизләре гормоннары, A, D, E, K витаминнары һәм үсемлекләрнең үсү матдәләре керә. Холестерин дигән стероид – хайваннарда күзәнәк мембраналарының әһәмиятле компоненты, ләкин организмда аның артык булуы

йөрәк-кан тамырлары системасы авыруларына һәм үт куыгына таш утыруга китерергә мөмкин.

Аю, байбак һәм башка хайваннар йокыга талган чорда тереклек эшчәнлеге өчен кирәкле суны майлар оксидлашу нәтиҗәсендә алалар.

§ 11 Аксымнарның төзелеше һәм функцияләре

1. Ни өчен аксымнар полимерлар булып исәпләнә?
2. Сезгә аксымнарның нинди функцияләре билгеле?

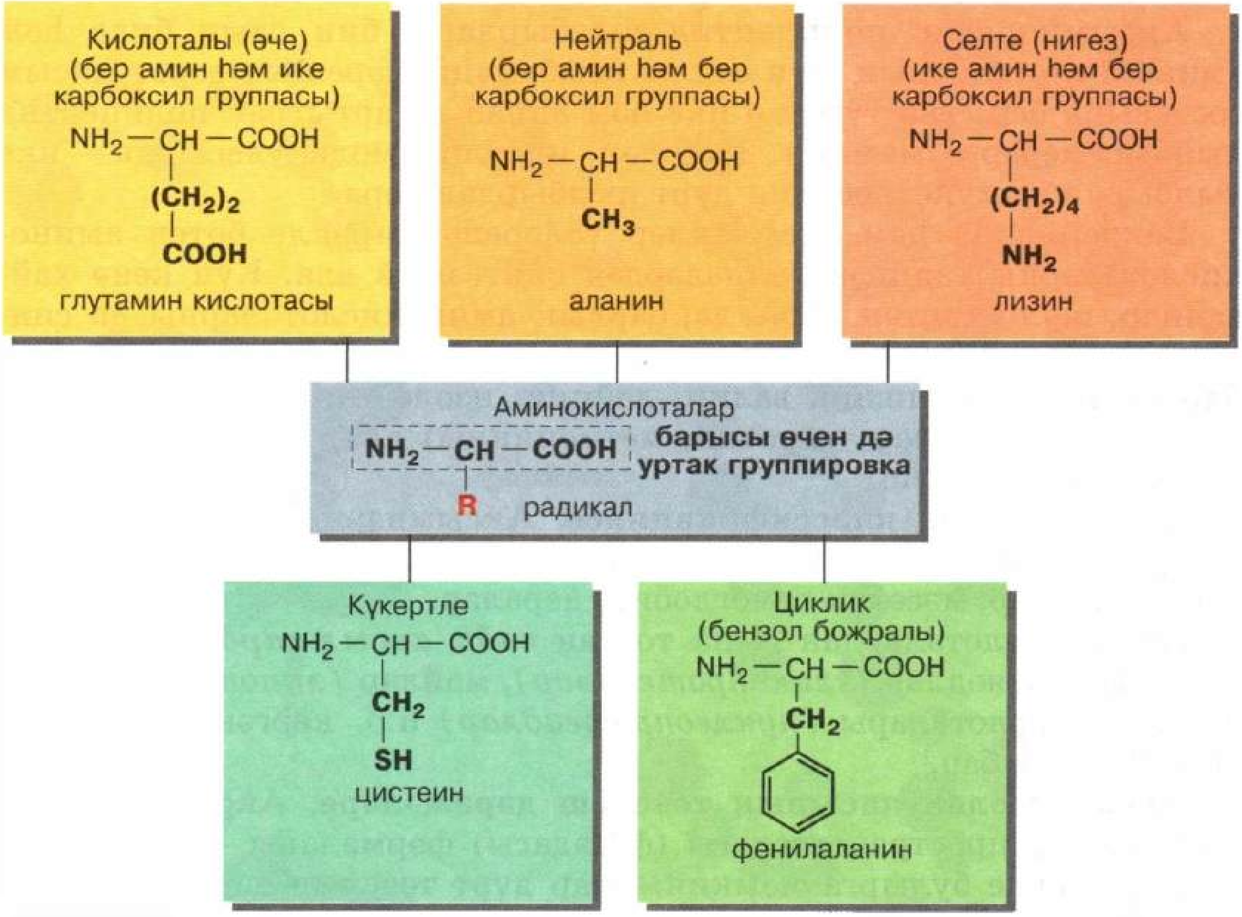
Аксымнар һәм аларның төзелеше. Күзәнәкнең органик компонентлары арасында иң әһәмиятлесе — аксымнар. Алар төзелешләре белән дә, функцияләре белән дә бик төрле. Аксымнарның төрле күзәнәкләрдәге микъдары 50 дән 80% ка кадәр булырга мөмкин.

Аксымнар — югары молекуляр (молекуляр массасы 1,5 млн углерод берәмлегенә кадәр җитә) органик кушылмалар. C, O, H, N тан тыш, аксым составына S, P, Fe керергә мөмкин. Аксымнар аминокислоталар мономерларыннан тора. Аксым молекулалары составына күп санлы аминокислоталар керә алганлыктан, аларның молекуляр массалары бик зур була.

Төрле тере организмнарның күзәнәкләрендә 170 тән артык төрдәге аминокислота очрый, ләкин аксымнарның чиксез күптөрлелеге аның составына нибары 20 аминокислотаның төрле комбинация ясап керүе исәбенә барлыкка килә. Алардан 2 432 902 008 176 640 000 комбинация, ягъни бериш составлы, ләкин төрле төзелешле төрле аксымнар барлыкка килә. Ләкин әле мондый гаять зур сан да чик дигән сүз түгел — аксым күп санлы аминокислота калдыкларыннан да торырга мөмкин, моннан тыш, һәр аминокислота аксымда берничә тапкыр очрарга мөмкин.

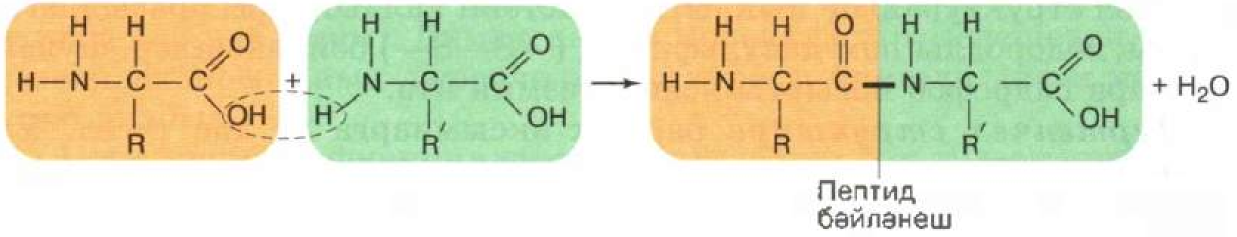
Аминокислота молекуласы барлык аминокислоталар өчен дә бертөрле булган ике өлештән тора, берсе — селте (нигез) үзлекләренә ия аминогруппа ($—NH_2$), икенчесе — кислота үзлекле карбоксил группасы ($—COOH$). Молекуланың радикал (R) дип аталган өлеше төрле аминокислоталарда төрле төзелешле була (12 нче рәсем).

Аминокислотаның бер молекуласында селте дә, кислота да группалары булу аларның амфотерлыгын һәм югары реактивлыгын билгели. Аксым барлыкка килгәндә, аминокислоталар шул группалар аша кушылалар. Полимерлашу реакциясе барышында су молеку-



12 нче рәсем. *Аминокислоталарның күптөрлелеге*

ласы хасил була, ә аерылган электроннар ковалент бәйләнеш ясыйлар, ул *пептид бәйләнеш* дип атала — ***пептид*** (гр. peptos — эретеп ябыштырылган) барлыкка килә. Башка аминокислоталар, ирекле карбоксил группасына һәм аминогруппага кушылып, *полипептид* дип аталган «чылбыр»ны озайта. Андый чылбырның бер очында һәрвакыт NH_2 группасы (бу *N*-оч) була, ә икенче очында — COOH группасы (бусы *C*-оч дип йөртелә) (13 нче рәсем).



13 нче рәсем. *Пептид бәйләнеш ясалу схемасы*

Аксымнарның полипептид чылбырлары бик озын була һәм аминокислоталарның күп санлы комбинацияләреннән тора. Аксым составына бер генә түгел, ә ике һәм аннан да артыграк полипептид чылбыр керергә мөмкин. Мәсәлән, инсулин молекуласында — ике чылбыр, ә иммуноглобулин дүрт чылбырдан тора.

Бактерияләр һәм үсемлекләр үзләренә кирәкле бөтен аминокислоталарны гадирәк матдәләрдән синтезлый ала. Күп кенә хайваннар, шул исәптән кеше дә, барлык аминокислоталарны да синтезлый алмый, шуңа күрә *алыштыргысыз аминокислоталар* дип йөртелгәннәрен (лизин, валин, лейцин, изолейцин, треонин, фенилаланин, триптофан, тирозин, метионинны) алар азык белән әзер килеш алырга тиеш.

Аксымнарның классификациясе. Аксымнарны ***протеиннарга*** (алар аксымнардан гына торалар) һәм ***протеидларга*** (аксым булмаган өлеше бар, мәсәлән гемоглобин) аералар.

Аминокислоталардан гына торган ***гади аксымнардан*** тыш, составына углеводлар *(гликопротеидлар)*, майлар *(липопротеидлар)*, нуклеин кислоталары *(нуклеопротеидлар)* һ.б. кергән ***катлаулы*** аксымнар да бар.

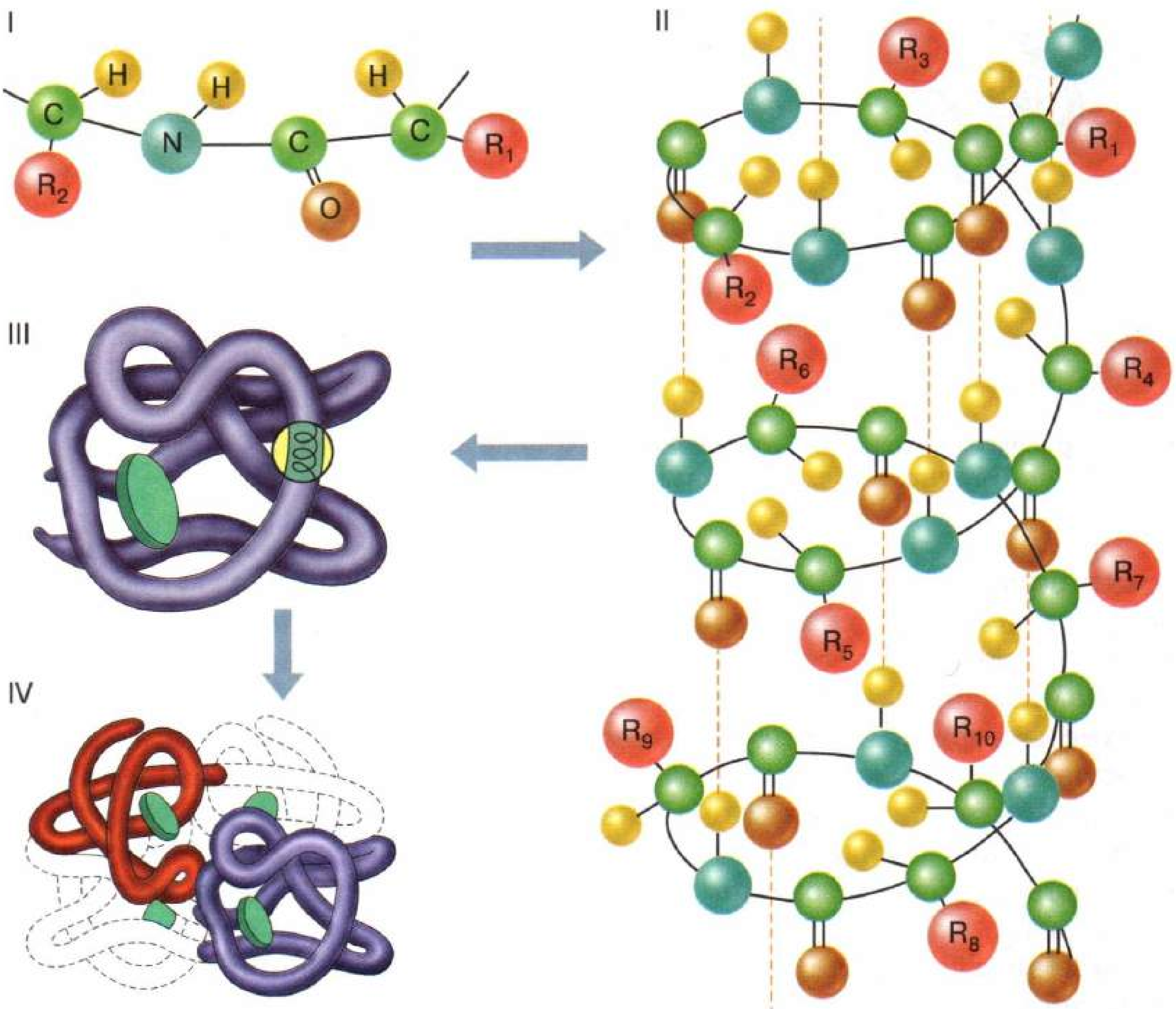
Аксым молекуласының төзелеш дәрәҗәләре. Аксым молекулаларының пространстводагы (фәзадагы) формалары — *конформацияләре* төрле булырга мөмкин: алар дүрт төзелеш дәрәҗәсе белән билгеләнә (14 нче рәсем).

Полипептид чылбыр составында аминокислоталарның сызыкча эзлеклелеге ***аксымның беренчел структурасын*** билгели. Ул теләсә нинди аксым өчен уникаль һәм аның формасы, үзлекләре һәм функцияләре шуңа бәйле.

Аксымның ***икенчел структурасы*** полипептид чылбырда төрле аминокислота калдыкларының CO- һәм NH-группалары арасында водородлы бәйләнешләр ясалу аркасында барлыкка килә. Водородлы бәйләнешләр нык булмауга карамастан, комплексța, күп санлы булганлыктан, алар шактый нык структураны тәэмин итә.

Өченчел структура бормалы-сырмалы, ләкин һәрбер аксым өчен йомгак (глобула) рәвешендәге үзенчәлекле конфигурацияне билгели. Өченчел структураның ныклыгын цистеин калдыклары арасындагы ионлы, водородлы һәм дисульфидлы (—S—S—) бәйләнешләр, шулай ук үзара гидрофоб йогынты ясашу тәэмин итә.

Дүртенчел структура барлык аксымнарга да хас түгел. Ул берничә глобула катлаулы комплекс ясап кушылганда барлыкка килә. Мәсәлән, кеше канының гемоглобины — шундый дүрт субберәмлектән торган комплекс.



14 нче рәсем. *Аксым молекуласының төзелеш дәрәҗәләре: I, II, III, IV — беренчел, икенчел, өченчел, дүртенчел структуралар*

Аксым молекуласының үз табигый структурасын югалтуы ***денатурация*** дип атала. Моңа температура, химик матдәләр, сусызлану, нурланыш алу һәм башка факторлар сәбәп булырга мөмкин. Әгәр денатурация вакытында беренчел структура бозылмаса, нормаль шартлар туганда, аксым үзенең структурасын яңадан торгызырга сәләтле (15 нче рәсем). Димәк, аксым молекуласы төзелешенең бөтен үзенчәлекләрен аның беренчел структурасы билгеле дигән нәтиҗә ясый алабыз.

Аксымнарның функцияләре. Һәр күзәнәктә һәм тулаем организмда аксымнар байтак функцияләрне үти. Бу функцияләр күптөрле.

Аксымнар барлык биологик мембраналарның, күзәнәк органоидларының нигезен тәшкил итә, шулай итеп, *структур* функцияне (төзү

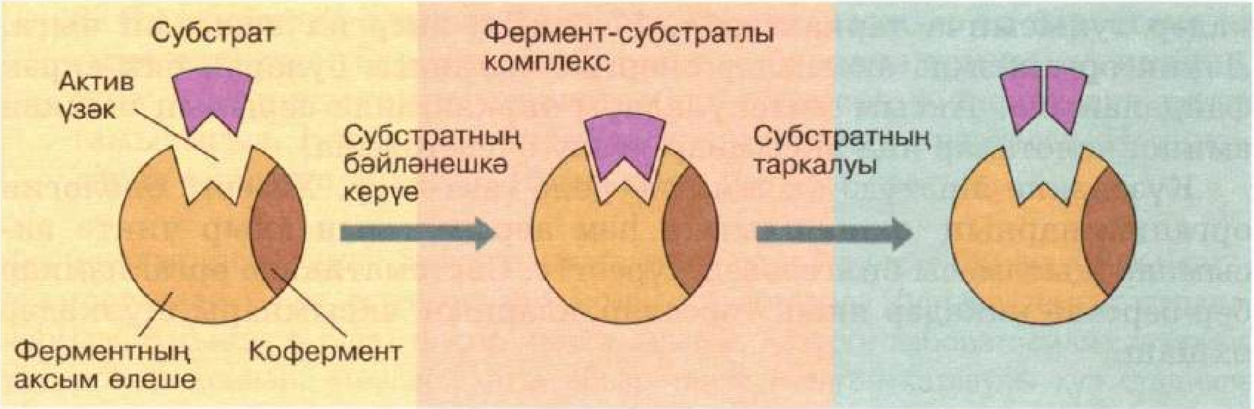
15 нче рәсем. *Аксымның денатурациясе (яшел турыпочмаклар белән дисульфид бәйләнешләре күрсәтелгән)*

функциясен) үти. Мәсәлән, коллаген — тоташтыргыч тукыманың, кератин — каурый, чәч, мөгез, тырнакларның мөһим состав өлешләре, эластин — сеңернең һәм кан тамырлары стенкаларының эластик компоненты.

Аксымнарның *ферментатив функциясе* организм өчен бик әһәмиятле. Ферментларның аксым молекулалары күзәнәктә биохимик реакцияләр барышын йөз меңләгән тапкыр тизләтергә сәләтле. Хәзерге вакытта меңнән артык фермент аерып алып өйрәнелгән, аларның һәрберсе теге яки бу биохимик реакция бару тизлегенә тәэсир итә.

Кайбер ферментларның молекулалары аксымнардан гына тора, икенчеләрендә аксым да, аксым булмаган кушылма, ягъни *кофермент* та була. Коферментлар сыйфатында төрле матдәләр, кагыйдә буларак, витаминнар һәм неорганик матдәләр — төрле металларның ионнары катнаша.

Ферментлар синтез процессында да, таркалуда да катнаша. Бу вакытта алар төгәл бер эзлеклелектә эшли, ферментлар һәр матдә өчен үзенчәлекле һәм билгеле бер реакцияне генә тизләтә. Берничә реакцияне катализлый торган ферментлар да бар. Ферментларның химик матдәләргә сайлап кына тәэсир итүе аларның төзелеше белән бәйле. Ферментның каталитик активлыгын бөтен бер молекула билгеләми, ә бәлки аның аерым участогы гына тәэсир итә, ул *актив үзәк* дип атала. Субстрат фермент белән тәэсир итешә, шулчакта субстрат нәкъ менә актив үзәк белән генә бәйләнешкә керә. Актив үзәкнең формасы һәм химик төзелеше шундый: аның белән, пространствода ярашуларына карап, аерым молекулалар гына бәйләнешкә керә ала, алар, «йозакка яратылган ачкыч кебек», бер-берсенә туры килә.



16 нчы рәсем. *«Фермент — субстрат» комплексы барлыкка килү схемасы*

Химик реакциянең соңгы баскычында «фермент — субстрат» комплексы соңгы продуктлар һәм ирекле фермент хасил итеп таркала. Бу вакытта ферментның аерылган актив үзәге субстрат-матдәдән кабат яңа молекулалар кабул итә ала (16 нчы рәсем).

Аксымнарның *транспорт функциясе* зур әһәмияткә ия. Мәсәлән, гемоглобин үпкәдән башка тукымаларның күзәнәкләренә кислород күчерә. Мускулларда бу функцияне миоглобин башкара. Кан сүле (сыворотка) альбумины липидлар, май кислоталары, төрле биологик актив матдәләр күчүенә булышлык итә. Күчермә аксымнар матдәләрне күзәнәк мембраналары аша үткәрәләр.

Специфик аксымнар *саклагыч функцияне* үтиләр. Алар организмны аңа чит организмнар үтеп керүдән һәм зарарланудан саклый. Мәсәлән, лимфоцитлар эшләп чыгара торган антитәнчекләр чит аксымнарны камап алалар; интерфероннар — вирусларга каршы универсаль аксымнар; фибриноген, тромбин һәм башкалар, тромб барлыкка китереп, организмны кан югалтудан саклый.

Күп кенә тереклек ияләре, саклану өчен, *токсиннар* дип аталган аксымнар бүлеп чыгаралар, аларның күбесе шактый очракларда көчле агу булып тора. Кайбер организмнар үз чиратында бу агуның тәэсирен киметә торган *антитоксиннар* бүлеп чыгарырга сәләтле.

Көйләү функциясе аксым табигатьле гормоннарга (гормон-аксымнарга) хас. Алар төрле физиологик процессларны көйлиләр. Мәсәлән, аларның иң билгелесе — инсулин дигән гормон, ул канда глюкоза микъдарын көйли. Организмда инсулин җитешмәгәндә, шикәр диабеты дигән авыру башлана.

Аксымнар, күзәнәктә энергия чыганакларының берсе буларак, *энергетик функцияне* башкара ала. 1 г аксым соңгы продуктларга

кадәр тулысынча таркалганда, 17,6 кДж энергия аерылып чыга. Ләкин организмда аксымнар энергия чыганагы буларак бик сирәк файдаланыла. Аксым молекулалары таркалганда аерылып чыккан аминокислоталар яңа аксымнар ясалу өчен тотыла.

Күзәнәкне яшәтүдә аксымның роле гаять зур. Хәзерге биология организмнарның охшашлыгын һәм аерымлыгын ахыр чиктә аксымнар җыелмасы билгеләвен күрсәтте. Систематикада организмнар бер-берсенә никадәр якын торсалар, аларның аксымнары шулкадәр охшаш.

Аксымнар. Протеиннар. Протеидлар. Пептид. Пептид бәйләнеш. Гади һәм катлаулы аксымнар. Аксымнарның беренчел, икенчел, өченчел, дүртенчел структуралары. Денатурация.

1. Нинди матдәләр аксымнар дип атала?
2. Аксымның беренчел структурасы нинди?
3. Аксымның икенчел, өченчел, дүртенчел структуралары ничек барлыкка килә?
4. Нәрсә ул аксым денатурациясе?
5. Нинди билгеләргә карап аксымнар гади һәм катлаулыга бүленә?
6. Сез аксымнарның нинди функцияләрен беләсез?
7. Гормон-аксымнар нинди роль башкара?
8. Фермент-аксымнар нинди функция башкара?
9. Ни өчен аксымнар энергия чыганагы сыйфатында сирәк кулланыла?

Йомырка агы — типик протеин. Әгәр аңа су, спирт, ацетон, кислота, селте, үсемлек мае, югары температура һ.б. белән тәэсир итсәң, ул нишли, аңлатып бирегез.

1. Чи бәрәңге бүлбесен ботка булганчы изегез. Өч пробирка алып, һәрберсенә изелгән бәрәңгене аз гына салыгыз.
Беренче пробирканы — суыткычның туңдыру бүлегенә, икенчесен — түбәнге киштәсенә, ә өченчесен җылы су ($t = 40$ °C) салынган банкага урнаштырыгыз. 30 минуттан пробиркаларны алып, һәркайсына аз гына микъдарда водород пероксиды тамызыгыз. Һәр пробиркада нәрсә булуын күзәтегез. Алынган нәтиҗәләрне аңлатыгыз.

2. Өч пробирка алыгыз һәм һәркайсына изелгән чи бәрәңгене аз гына салыгыз. Беренче пробиркага — берничә тамчы су, икенчесенә — берничә тамчы кислота (аш серкәсе), ә өченчесенә селте тамызыгыз. Һәрбер пробиркада нәрсә булуын күзәтегез. Нәтиҗәләрне аңлатып бирегез. Йомгаклап нәтиҗә ясагыз.

Ферментлар үзенчәлекле булулары, каталитик активлыклары буенча башка катализаторлардан күпкә өстенрәк һәм йомшак шартларда (уртача температурада, нормаль басымда һ.б.да) тәэсир итәргә сәләтле. Хәзерге лабораториядә тәҗрибә уздырганда көннәр, атналар, хәтта айлар таләп ителгән катлаулы күп стадияле реакцияләрнең баруын алар миллисекунд эчендә тәэмин итәргә сәләтле. Мәсәлән, каталаза дигән ферментның бер молекуласы организмда төрле кушылмалар оксидлашканда хасил булган водород пероксидының (H_2O_2) 5 млн нан артык молекуласын 1 минут эчендә тарката.

Аминокислоталардан төзелгән аксым молекулалары гадәттән тыш зур һәм катлаулы булганлыктан, аларны сурәтләү өчен, махсус кабул ителгән символикадан файдаланалар. Һәр аминокислота өч латин хәрефе белән тамгалана.

Аминокислотаның исеме	Символы	Аминокислотаның исеме	Символы
Глицин	Gly	Аспарагин	Asn
Аланин	Ala	Глутамин кислотасы	Glu
Валин	Val	Глутамин	Gln
Лейцин	Leu	Цистеин	Cys
Изолейцин	Ile	Метионин	Met
Серин	Ser	Фенилаланин	Phe
Треонин	Thr	Тирозин	Tyr
Лизин	Lys	Триптофан	Trp
Аргинин	Arg	Гистидин	His
Аспарагин кислотасы	Asp	Пролин	Pro

Күп кенә тере организмнар бериш аминокислоталарны икенчеләреннән ясарга сәләтле һәм шунлыктан азык аксымнарында нинди аминокислоталар булуы алар өчен бик мөһим түгел. Ләкин кайбер хайваннар, шулай ук кеше дә, күпчелек аминокислоталарны азык белән алырга тиеш була, чөнки алыштыргысыз дип йөртелгән байтак аминокислоталар бу организмнарда эшләнми, әмма алар тереклек эшчәнлеге өчен бик кирәк.

§ 12 Нуклеин кислоталары һәм күзәнәкнең тереклек эшчәнлегендә аларның роле

1. Күзәнәктә төшнең роле нинди?
2. Нәселдәнлек билгеләренең буыннан-буынга күчүе күзәнәкнең кайсы органоидлары белән бәйләнгән?
3. Нинди матдәләр нуклеин кислоталары дип атала?

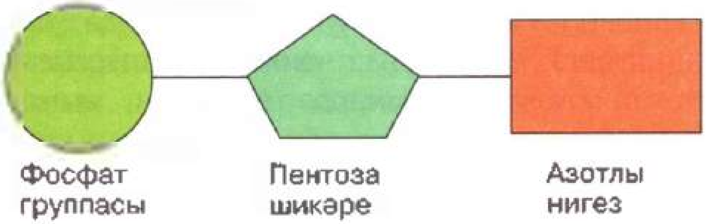
Нуклеин кислоталары һәм аларның типлары. Нуклеин кислоталары — тере организмнар тарафыннан эшләнә торган иң эре молекулалы органик кушылмалар. Аларның молекуляр массалары 10 000 нән берничә миллионга кадәр углерод берәмлеге булырга мөмкин.

Нуклеин кислоталары иң күп микъдарда күзәнәк төшләрендә табылганлыктан, аларның исеме дә латинча «нуклеус» — «төш» сүзеннән алынган. Ләкин хәзер нуклеин кислоталарының цитоплазмада да һәм байтак органоидларда — митохондрия һәм пластидларда да булуы ачыкланды.

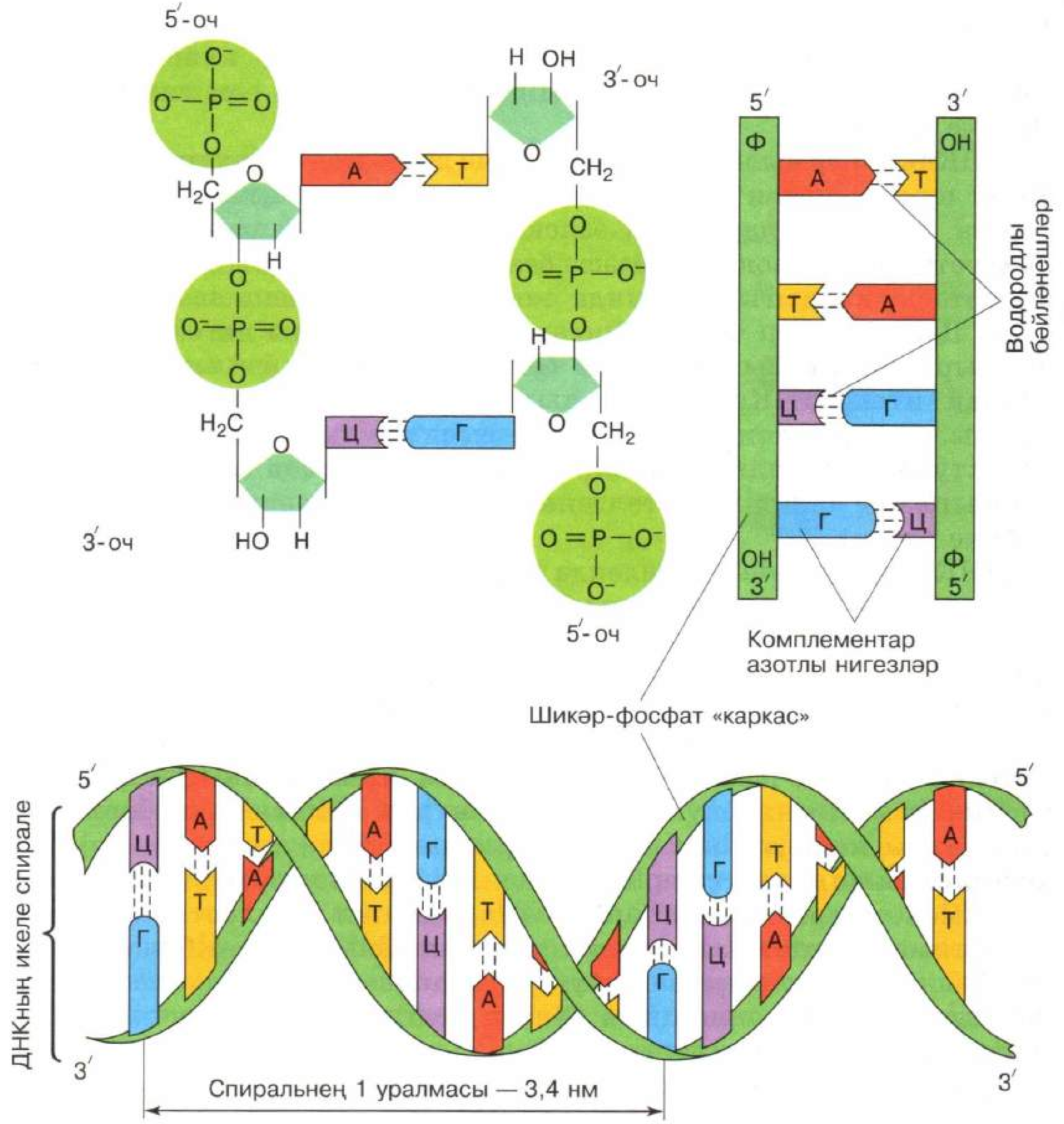
Нуклеин кислоталары — мономерлардан, ягъни ***нуклеотидлардан*** торган биополимерлар. Һәр нуклеотид фосфат группасыннан, биш углеродлы шикәрдән (пентоза) һәм азотлы нигездән тора (17 нче рәсем).

Пентозаның бишенче С атомы белән бәйләнгән фосфат кислотасы калдыгы башка нуклеотидның өченче С атомы янындагы гидроксил группасы белән ковалент бәйләнеш аша тоташырга мөмкин. Игътибар итегез: нуклеин кислотасына бәйләнгән нуклеотидлар чылбырының очлары төрле. Бер очында — пентозаның бишенче атомы белән бәйләнгән фосфат, ул 5′-оч дип атала һәм «биш-штрих» дип укыла. Икенче очында пентозаның өченче атомы янында фосфат белән бәйләнмәгән ОН-группа (3′-оч) кала. Нуклеотидларның полимерлашу реакциясе нәтиҗәсендә нуклеин кислоталары хасил була (18 нче рәсем).

Пентозаның төренә карап, нуклеин кислоталарын ике типка: ***дезоксирибонуклеин*** (кыскартып, ***ДНК*** дип йөртелә) һәм ***рибонуклеин (РНК) кислоталарына*** аералар. ДНК молекуласы составына — дезоксирибоза, ә РНК молекуласына рибоза керә, исемнәре шуңа бәйле.



17 нче рәсем. *Нуклеотидларның гомуми формуласы*



18 нче рәсем. *ДНК структурасы*

ДНК төзелеше. ДНК молекуласының төзелеше катлаулы. Ул буйдан-буйга спираль ясап үрелгән һәм үзара водородлы бәйләнешләр белән тоташкан ике чылбырдан гыйбарәт. ДНК молекулаларына гына хас мондый структураны *икеле спираль* дип атыйлар.

ДНК составындагы нуклеотидларда дезоксирибоза, фосфат кислотасы калдыгы, дүрт төрдәге ***азотлы нигезнең — аденин,***

гуанин, цитозин һәм ***тиминның*** — кайсы да булса берсе була. Нуклеотидларның исемнәре әлеге дүрт нигезнең кайсы керүенә бәйле: адениллы (А), гуаниллы (Г), цитозиллы (Ц) һәм тимиллы (Т) (18 нче рәсем).

ДНКның һәр чылбыры ул — берничә дистә мең һәм хәтта миллионлаган нуклеотидтан торган полинуклеотид. Бер чылбыр составына кергән нуклеотидлар үзара эзлекле рәвештә тоташалар: бу — бер нуклеотидның дезоксирибозасы белән икенче нуклеотидның фосфат кислотасы калдыгы арасында ковалент бәйләнеш ясалу исәбенә була. ДНКның бер чылбырында урнашкан азотлы нигезләр икенче чылбырның азотлы нигезләре белән водородлы бәйләнешкә керә. Шулай итеп, ДНКның ике чылбырлы спираль молекуласында азотлы нигезләр спиральнең эчке ягында булып чыга. Спиральнең структурасы шундый: аның составына кергән полинуклеотид чылбырлары спираль сүтелгәннән соң гына аерылырга мөмкин (18 нче рәсем).

ДНКның икенче спиралендә бер чылбырның азотлы нигезләре төгәл тәртип белән икенче чылбырның азотлы нигезләренә каршы урнаша. Аденин һәм тимин арасында һәрвакыт ике, ә гуанин һәм цитозин арасында өч водородлы бәйләнеш ясала. Шуңа бәйле рәвештә әһәмиятле закончалык барлыкка килә: бер чылбырның аденины каршысына һәрвакыт икенче чылбырның тимины, гуанинга каршы цитозин урнаша һәм киресенчә. Шулай итеп, нуклеотид парлары аденин һәм тимин, шулай ук гуанин һәм цитозин бер-берләренә төгәл туры киләләр һәм өстәмә (пространствода үзара ярашу), яки ***комплементар*** (лат. complementum — тулыландыру) булып торалар.

Димәк, теләсә нинди организмда аденил нуклеотидларының саны тимидил санына, ә гуанил цитидил санына тигез була. Ә инде ДНКның бер чылбырындагы нуклеотидларның урнашу эзлеклелеген комплементарлык принцибы буенча белгән хәлдә, икенче чылбыр нуклеотидларын ачыкларга мөмкин.

ДНКда һәр молекула структурасы төгәл индивидуаль һәм үзенчәлекле, чөнки ул биологик информация (*генетик код*) язылуның кодлы формасы булып тора. Башкача әйткәндә, ДНКда нуклеотидларның дүрт тибы ярдәмендә организм турында буыннан-буынга күчә торган барлык мөһим информация языла.

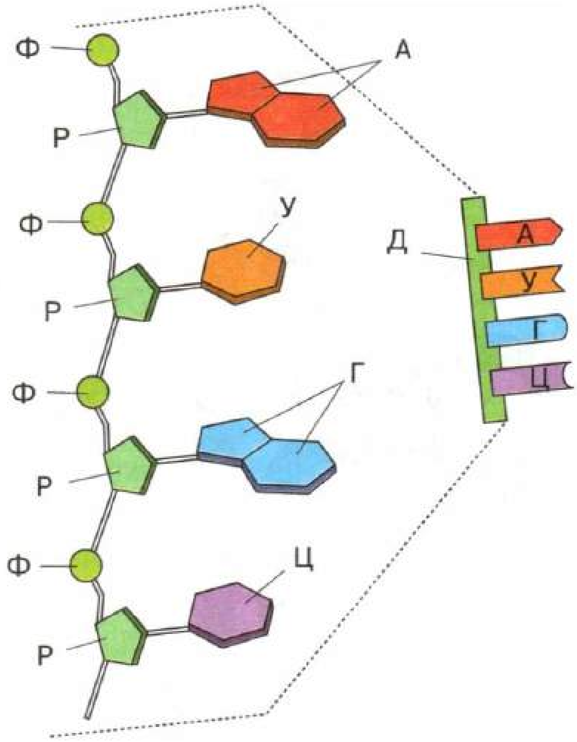
ДНК молекулалары, нигездә, күзәнәк төшләрендә урнаша, ләкин аз санда гына митохондрияләр һәм пластидларда да була.

РНК төзелеше. РНК молекуласы — ДНК молекуласыннан шактый кыскарак бер генә чылбырдан торган полимер.

РНК мономерлары — рибозадан, фосфат кислотасы калдыгыннан һәм дүрт азотлы нигезнең берсеннән торган нуклеотидлар. Өч

азотлы нигез — аденин, гуанин һәм цитозин — ДНКдагы кебек, ә дүртенчесе — ***урацил*** (19 нчы рәсем).

РНК полимеры ясалу, ДНКдагы кебек, күрше нуклеотидларның рибозасы һәм фосфат кислотасы калдыгы арасында ковалент бәйләнешләр урнашу белән бара. РНК молекуласында 75 тән 10 000 гә кадәр нуклеотид булырга мөмкин.



19 нчы рәсем. *РНК структурасы: Ф — фосфат, Р — рибоза, А, У, Г, Ц — азотлы нигезләр, Д — шикәр-фосфат «каркас»*

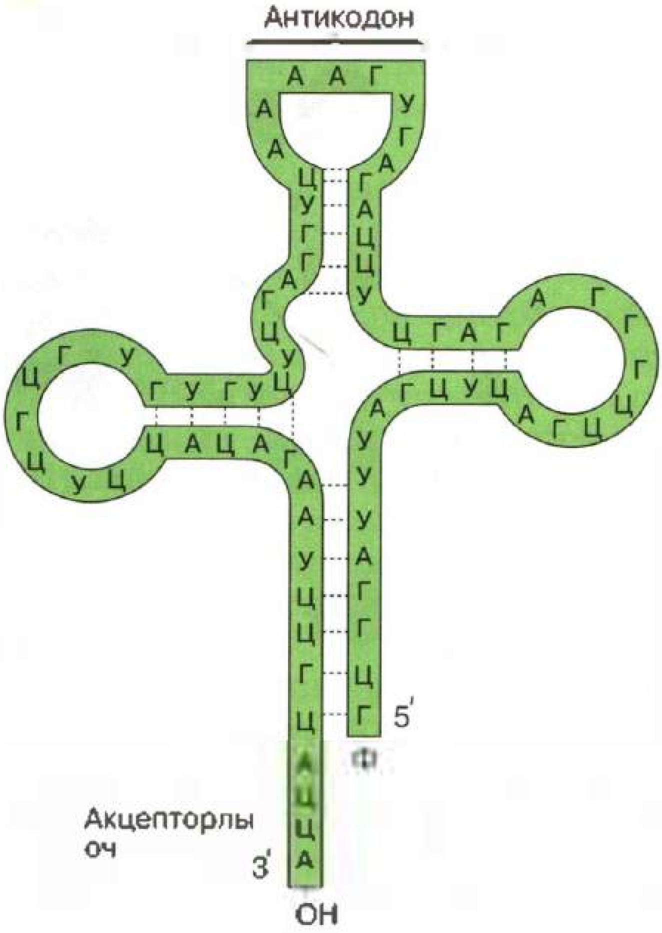
РНК типлары. Структурасы, молекулалары зурлыгы, күзәнәктә урнашуы, функцияләре буенча РНКны төп өч типка бүләләр.

Рибосома РНКсы (рРНК), нигездә, төшчекләрдә синтезлана һәм күзәнәктәге РНКның 85% ын тәшкил итә. Ул рибосома составына керә һәм аксым биосинтезы барган рибосоманың актив үзәге формалашуда катнаша.

Транспорт РНКсы (тРНК) күзәнәк төшендәге ДНК өстендә барлыкка килә, аннары цитоплазмага күчә. Ул күзәнәк РНКсының 10% ын тәшкил итә һәм зурлыгы буенча иң кечкенә — 70—100 нуклеотидтан төзелгән РНК булып тора. Һәр тРНК билгеле бер аминокислотаны, үзенә ияртеп, рибосоманың полипептид җыелу урынына күчерә.

Билгеле булган барлык тРНК комплементарлык принцибы нигезендә формасы белән тукранбаш (клевер) яфрагын хәтерләткән икенчел структураны барлыкка китерә. тРНК молекуласында ике актив участок: бер очында — триплет-антикодон һәм икенче очында акцептор бар (20 нче рәсем).

Һәр аминокислотага өч нуклеотидтан торган комбинация — триплет туры килә. Аминокислоталарны кодлый торган триплетлар — ДНК кодоннары — иРНК триплетларында (кодоннарында) бикләнгән информация рәвешендә күчәләр. Тукранбаш яфрагының очында иРНКның комплементар кодонына туры килгән нуклеотидлар триплеты урнаша. Бу триплет төрле аминокислоталарны күчерә торган тРНКны танымый, ул әлеге тРНК тарафыннан күчерелә торган аминокислотаны гына кодлаштыра. Бу — ***антикодон*** дип йөртелә.



20 нче рәсем. *тРНК төзелешенең схемасы*

Транспорт РНКсының акцепторлы очы аминокислоталар өчен «утыру мәйданчыгы» булып тора.

Информацион РНК, яки матрица РНКсы (иРНК) күзәнәктәге РНКның чама белән 5%ын тәшкил итә. Ул ДНК молекуласы чылбырының бер җебе участогында синтезлана һәм аксым структурасы турындагы информацияне күзәнәк төшеннән рибосомаларга — аерым аминокислоталар калдыкларыннан аксым чылбыры синтезлана торган урынга күчерә. Информация күчермәсенең күләменә карап, иРНКның озынлыгы төрлечә булырга мөмкин.

Шулай итеп, РНКның төрле типлары нәселдәнлек информациясен аксым синтезы аша тормышка ашыруга юнәлгән бердәм функциональ система булып торалар.

РНК молекулалары күзәнәк төшендә, цитоплазмада, рибосомаларда, митохондрияләрдә һәм пластидларда булалар. Вирусларның генетик РНКсыннан кала, РНКның барлык типлары да икеләтә артуга һәм үзлегеннән җыелуга сәләтле түгел.

Нуклеин кислотасы. Нуклеотид. Дезоксирибонуклеин кислотасы, яки ДНК. Рибонуклеин кислотасы, яки РНК. Азотлы нигезләр: аденин, гуанин, цитозин, тимин, урацил. Комплементарлык. Транспорт РНКсы (тРНК). Рибосома РНКсы (рРНК). Информацион РНК (иРНК).

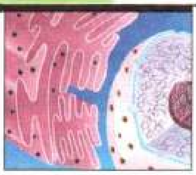
1. Нуклеотидның төзелеше нинди?
2. ДНК молекуласының төзелеше нинди?
3. Комплементарлык принцибының асылы нәрсәдән гыйбарәт?
4. ДНК һәм РНК молекулаларының төзелешендә нинди охшашлык һәм нинди аерымлыклар бар?

5. Сез РНК молекуласының нинди типларын беләсез? Аларның функцияләре нинди?

ДНКдагы бер чылбыр фрагментының составы:
А—А—Г—Г—Ц—Ц—Ц—Т—Т—. Комплементарлык принцибыннан файдаланып, икенче чылбырны төзеп бетерегез.
ДНК молекуласында азотлы нигезләрнең гомуми саныннан 24%ын тимин тәшкил итә. Бу молекуладагы башка азотлы нигезләрнең санын билгеләгез.

ДНК молекуласы төзелешенең моделен 1953 елда тәкъдим иткән ике галимгә — Дж. Уотсон һәм Ф. Крикка 1962 елда Нобель премиясе бирелә. Бу модель экспериментальь раслана. Әлеге ачыш генетиканы, молекуляр биология һәм башка фәннәрне үстерүдә гаять зур әһәмияткә ия була.
Башка организмнардан аермалы буларак, вирусларда бер чылбырлы ДНК һәм ике чылбырлы РНК очрый.

§ 13 АТФ һәм күзәнәкнең башка органик кушылмалары

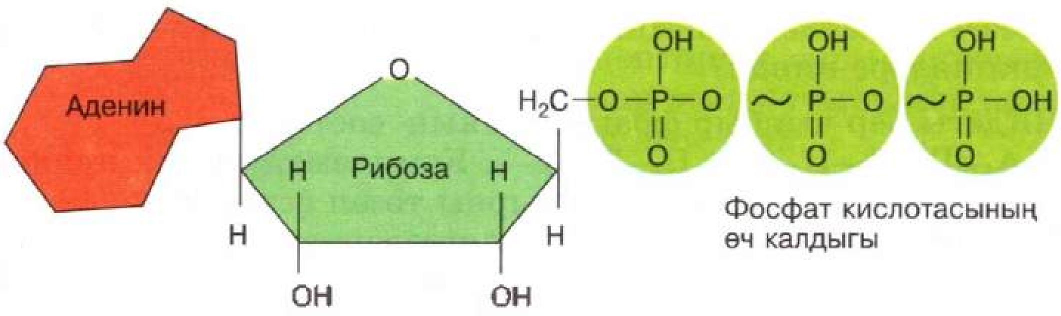


1. Сез энергиянең нинди төрләрен беләсез?
2. Ни өчен теләсә нинди организмның тереклек эшчәнлегенә энергия кирәк?
3. Сез нинди витаминнарны беләсез? Аларның роле нинди?

АТФ. Төзелеше. Функцияләре. Нуклеотидлар тереклек эшчәнлеге өчен әһәмиятле күп органик матдәләрнең структур нигезен тәшкил итә. Аларның иң киң таралганнары булып макроэргик кушылмалар (энергиягә бай, яки макроэргик бәйләнешләре булган югары энергетик кушылмалар) исәпләнә, алар арасында аеруча билгелесе — ***аденозинтрифосфат (АТФ)***.

АТФ азотлы нигез аденины, рибоза углеводыннан һәм (ДНК һәм РНК нуклеотидларыннан аермалы буларак) фосфат кислотасының өч калдыгыннан тора (21 нче рәсем).

АТФ — *күзәнәктә энергияне универсаль саклаучы һәм күчерүче.* Күзәнәктә энергия тотылу белән барган бөтен биохимик реакцияләр АТФны чыганак сыйфатында файдаланалар. Бер фосфат кислотасы калдыгы аерылганда, АТФ ***аденозиндифосфатка (АДФ)*** әйләнә, әгәр тагын бер фосфат кислотасы калдыгы аерылса (ләкин ул бик сирәк күзәтелә), АТФ ***аденозинмонофосфатка (АМФ)*** күчә. Фосфат кислотасының өченче һәм икенче калдыклары аерылганда, зур микъдарда (40 кДж га кадәр) энергия аерылып чыга. Нәкъ менә шуның өчен фосфат кислотасының бу калдыклары арасында ясалган бәйләнешне ***макроэргик*** (~ тамгасы белән билгеләнә) бәйләнеш



21 нче рәсем. *АТФ молекуласының төзелеше*

дип атыйлар. Рибоза белән фосфат кислотасының беренче калдыгы арасындагы бәйләнеш макроэргик булмый, ул өзелгәндә, нибары 14 кДж энергия аерылып чыга.

$$АТФ + H_2O \rightarrow АДФ + H_3PO_4 + 40\ кДж,$$
$$АДФ + H_2O \rightarrow АМФ + H_3PO_4 + 40\ кДж.$$

Макроэргик кушылмалар башка нуклеотидлар нигезендә дә барлыкка килә ала. Мәсәлән, гуанозинтрифосфат (ГТФ) күп кенә биохимик процессларда әһәмиятле роль башкара, ләкин күзәнәктә барган биохимик реакцияләрнең күпчелеге өчен иң таралган һәм универсаль энергия чыганагы булып АТФ исәпләнә. АТФ цитоплазмада, митохондрияләр, пластидлар һәм күзәнәк төшләрендә була.

Витаминнар. Биологик актив органик кушылмалар — витаминнар (лат. vita — тереклек) — организмнарның нормаль тереклек эшчәнлеге өчен бик аз микъдарда кирәк. Алар, еш кына ферментлар составына кергән хәлдә, алмашу процессларында мөһим роль уйныйлар.

Витаминнар латин хәрефләре белән билгеләнә, ләкин һәрберсенең исеме дә бар. Мәсәлән, С витамины — аскорбин кислотасы, А витамины — ретинол һ.б. Кайбер витаминнар майларда эри, һәм аларны майда эрүчәннәр дип (A, D, E, K), икенчеләре суда эри (C, B, PP, H) һәм суда эрүчәннәр дип атала.

Витаминнар җитешмәгәндә генә түгел, артык булганда да, организмда күп физиологик функцияләрнең җитди бозылуына китерергә мөмкин.

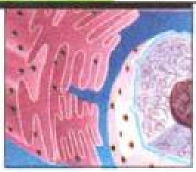
Аденозинтрифосфат (АТФ). Аденозиндифосфат (АДФ). Аденозинмонофосфат (АМФ). Макроэргик бәйләнеш.

1. АТФ молекуласының төзелеше нинди?
2. АТФ нинди функция үти?
3. Нинди бәйләнешләр макроэргик дип атала?
4. Организмга витаминнар ни өчен кирәк?

АТФны ДНК һәм РНК белән чагыштырыгыз. Аларның охшашлыгы һәм аерымлыгы нәрсәдә?

Витаминнарны рус табибы Н. И. Лунин 1880 елда ача. «Витаминнар» диган терминны 1912 елда поляк галиме К. Функ тәкъдим итә. Хәзерге вакытта якынча 50 витамин барлыгы билгеле. Витаминнарга тәүлеклек ихтыяҗ бик аз. Мәсәлән, кешегә барыннан да азрак B_{12} витамины кирәк, тәүлеклек нормасы – 0,003 мг, ә иң күп таләп ителгәне – С витамины, тәүлеклек нормасы – 75 мг.

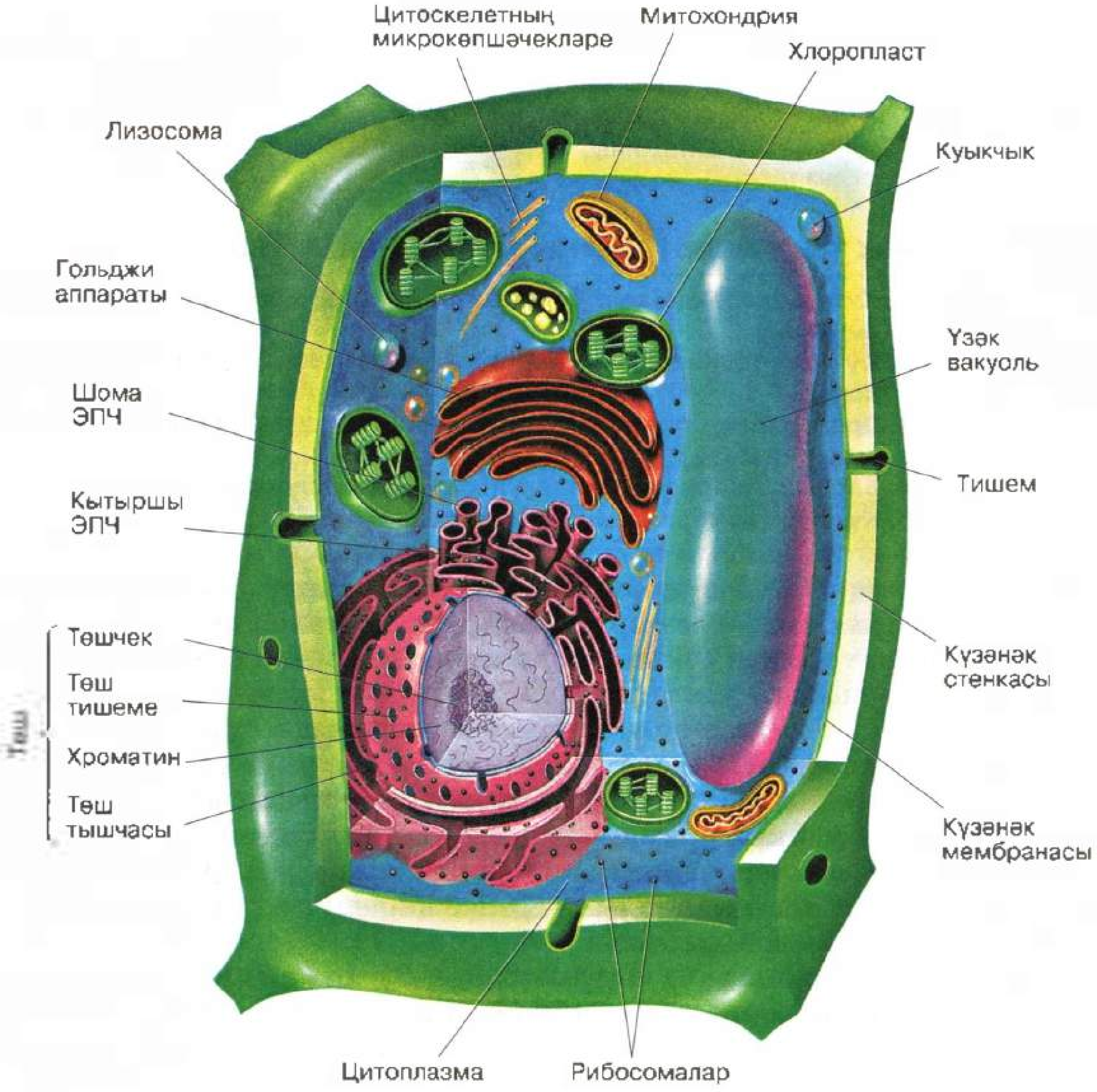
§ 14 Күзәнәк төзелеше. Күзәнәк мембранасы. Төш



1. **Күзәнәкләрендә төш булган тере организмнар патшалыкларын әйтегез.**
2. **Күзәнәк теориясен тәгъбир итүгә кайсы галимнәрнең хезмәтләре кергән?**
3. **Прокариотик күзәнәкләрнең эукариотик күзәнәкләрдән төп аермасы нәрсәдә?**
4. **Барлык эукариотик күзәнәкләрдә дә төш буламы?**
5. **Күзәнәк мембранасының төзелеше нинди?**

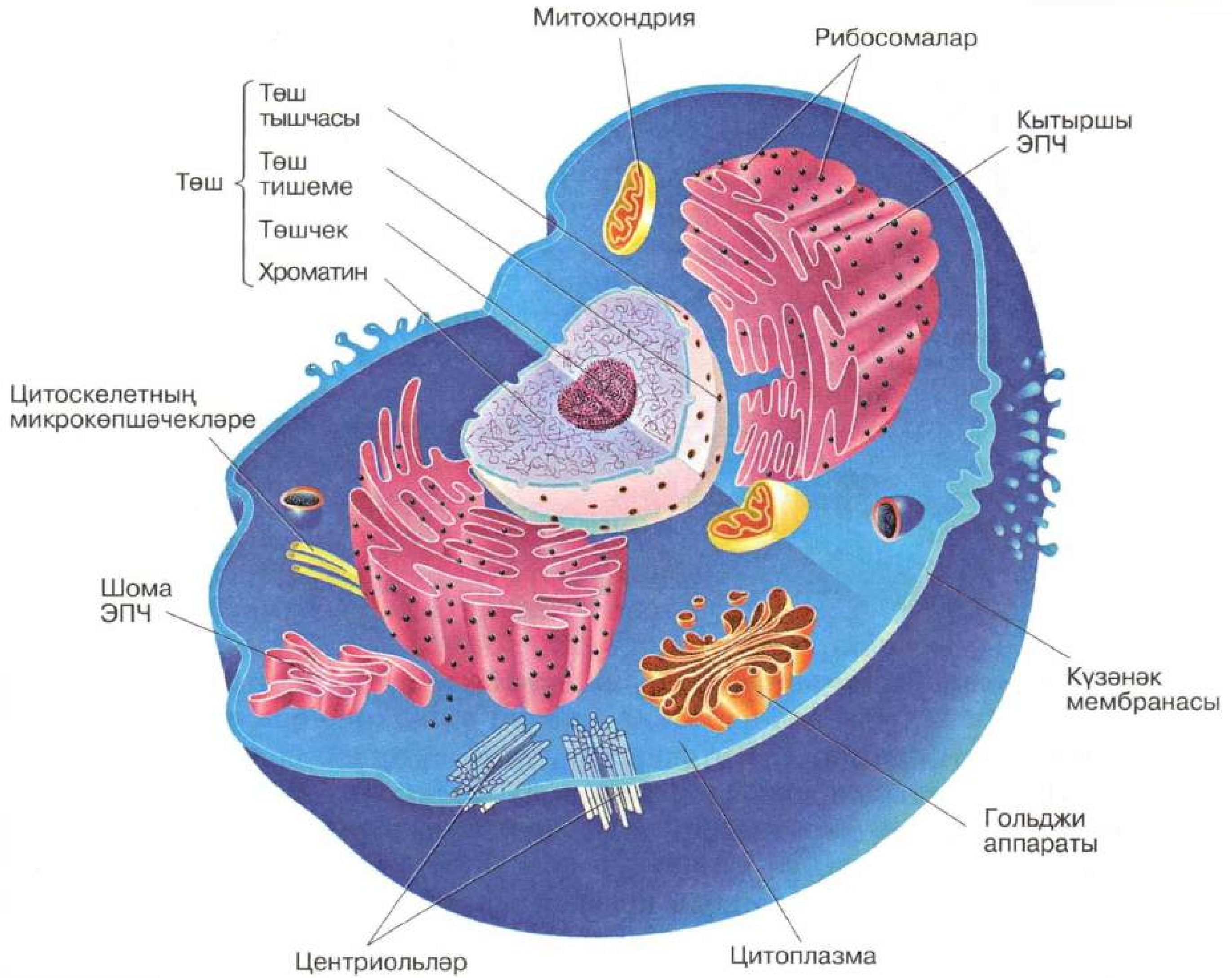
Күзәнәкләрнең төзелеш принциплары охшашлыгы. Күзәнәк теориясен тасвирлаганда, без һәр күзәнәкнең мөстәкыйль эшчәнлеккә сәләтле булуы турында сөйләдек: ул тышкы тирәлек белән матдәләр һәм энергия алмаша, үсә, үрчи ала. Шуңа күрә күзәнәкләрнең эчке төзелеше бик катлаулы, һәм ул шактый дәрәҗәдә күзәнәкнең күп күзәнәкле организмда нинди функцияләр башкаруына бәйле. Мускул күзәнәгенең формасын һәм төзелешен, яфрак тукымасы күзәнәкләре һәм гидраның чаккыч күзәнәген чагыштыру мөмкин түгел кебек. Ләкин бу күзәнәкләрнең төзелеш принциплары бертөрле. Төрле күзәнәкләр арасында охшашлык беренче карашка күренгәннән шактый зуррак (22, 23 нче рәсемнәр).

Күзәнәк мембранасы. Һәр күзәнәк 8—12 нм калынлыктагы ***плазматик (цитоплазматик) мембрана*** белән капланган. Бу мембрана ике катлау липидтан (билипид катлаудан, яки бисладан) төзелгән (24 нче рәсем). Липидның һәр молекуласы гидрофиль башчадан һәм гидрофоб койрыктан тора. Биологик мембраналарда липид молекулалары башы белән тышка, ә койрыгы белән эчкә таба (берберсенә карата) карап урнаша. Липидларның ике катлаулы булуы мембрананың тоткарлау (барьерлык) функциясен үти: күзәнәкнең эче агып чыгуын булдырмый һәм күзәнәккә зарарлы матдәләр үтеп керүдән саклый. Мембрананың билипид катлавына күп санлы аксым молекулалары батып кергән. Аларның кайберләре мембрананың тышкы ягында, икенчеләре эчке ягында була, ә өченчеләре мембранага үтәли керә. Мембрана аксымнары күп кенә әһәмиятле функцияләрне үтиләр. Кайбер аксымнар *рецепторлар* булалар, алар ярдәмендә күзәнәк үз өслегенә ясалган төрле тынычсызлауларны



22 нче рәсем. *Үсемлек күзәнәге*

кабул итә. Икенче төр аксымнар каналлар барлыкка китерәләр: алар буйлап төрле ионнарның күзәнәккә һәм кирегә үтеп керүе яки чыгуы тормышка ашырыла. Өченче төр аксымнар фермент табигатьле: алар күзәнәктә тереклек эшчәнлеге процессларында катнашалар. Азык кисәкчекләренең мембрана аша үтеп керә алмавын сез инде беләсез, алар күзәнәккә фагоцитоз һәм пиноцитоз юлы белән үтеп керәләр (25 нче рәсем). Фаго- һәм пиноцитозның гомуми исеме — ***эндоцитоз.*** Эндоцитозга кире процесс — ***экзоцитоз,*** бу очракта күзәнәктә синтезланган матдәләр (мәсәлән, гормоннар) мембрана

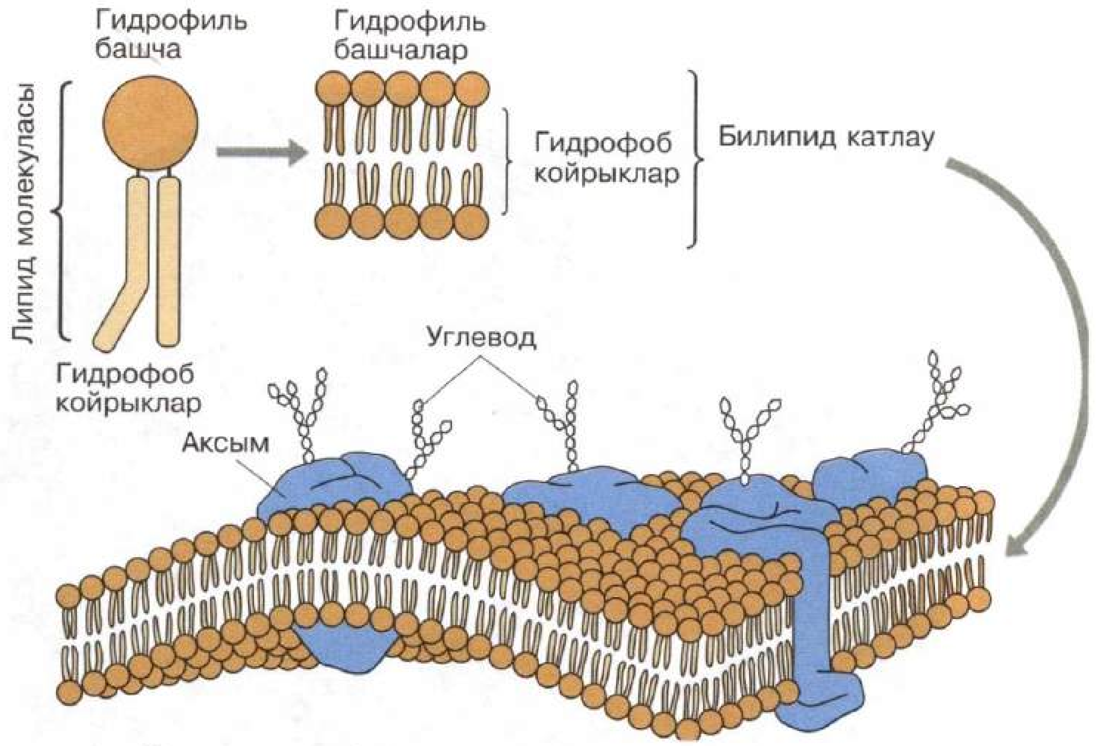


23 нче рәсем. *Хайван күзәнәге*

куыкчыклары булып төрелә, алар мембранага кереп тезелгәннән соң, куыкчык эчендәге масса күзәнәктән аның тышкы тирәлегенә чыгарыла. Күзәнәк, шул рәвешле, алмашу процессының кирәксез продуктларыннан да арына ала.

Күзәнәк төше. Төш — эукариотларның күзәнәкләрендә иң әһәмиятле структура. Ул күзәнәкнең идарә итә торган үзәге һәм аның турындагы информацияне саклау урыны булып хезмәт итә. Төштә нәселдәнлек информациясен йөрткән матдәнең — күзәнәк ДНКсының 90% ы тупланган.

Гадәттә, төш шарсыман формада була һәм цитоплазмадан ике мембраналы тышча белән аерылып тора. Эчке мембрана шома, ә тышкысы эндоплазматик челтәр (ЭПЧ) каналларына тоташа. Ике мембраналы төш тышчасының гомуми калынлыгы 30 нм. Анда

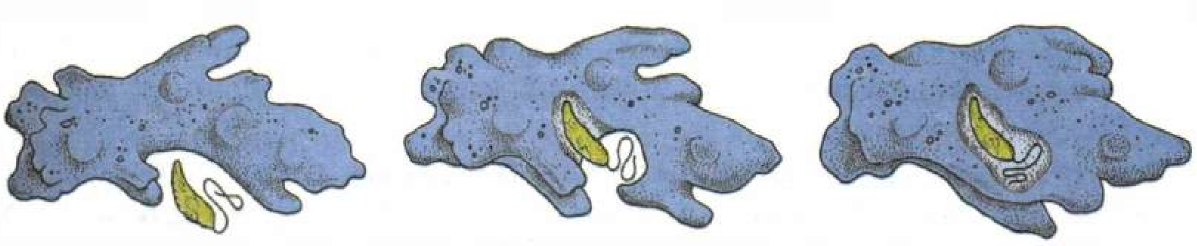


24 нче рәсем. *Күзәнәк мембранасының төзелеше*

күпләгән тишемнәр була, алар аша төштән цитоплазмага иРНК һәм тРНК (26 нчы параграфны карагыз) молекулалары чыга, ә төшкә цитоплазмадан ферментлар, **АТФ** молекулалары, неорганик ионнар h.б. үтә.

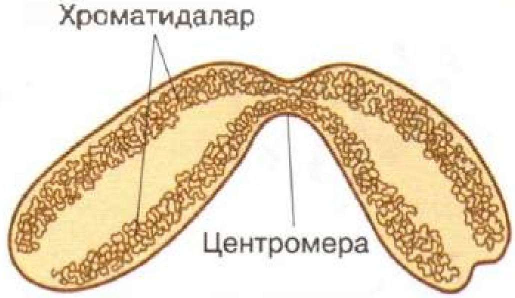
Гадәттә, эукариотларның күзәнәкләре бер генә төшле. Күзәнәкнең төренә карап, аның диаметры 2 дән 100 мкм га кадәр. Төшен икенчел югалткан күзәнәкләр (мәсәлән, кеше эритроциты) яки күп төшле күзәнәкләр (бер күзәнәкле инфузория-башмакчыкның ике төш, ә аркылы-буй мускулларның һәм кайбер гөмбәләрнең күзәнәкләрендә күпләгән төш) була.

Хайван күзәнәгендә төш, гадәттә, аның үзәгендә, ә үсемлек күзәнәгендә, кагыйдә буларак, аның читендә була. Төш эчендәге масса ***кариоплазма*** дип атала. Анда хроматин һәм төшчекләр урнаша. ***Хроматин*** ул — аксымнар белән бәйләнгән ДНК. Күзәнәк бүлену



25 нче рәсем. *Фагоцитоз. Эвгленаны йотучы амёба*

алдыннан, ДНК, тыгыз бөтерелеп, ***хромосомалар*** барлыкка китерә, ә төш аксымнары — *гистоннар* — ДНКны дөрес урнаштыру өчен кирәк, нәтиҗәдә ДНК алып торган күләм күп тапкыр кечерәя. Кеше хромосомасы сузылган хәлдә 5 см га җитәргә мөмкин.



26 нчы рәсем. *Хромосома төзелеше*

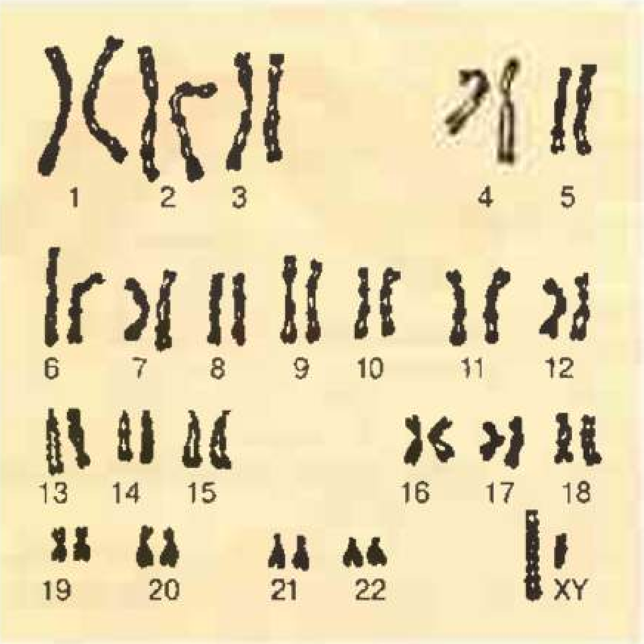
Һәр хромосома ДНКның бер молекуласыннан барлыкка килә. Микроскоптан караганда, метафаза вакытында хромосомалар озынайган таяксыман тәнчекләр булып күренә. Алар *центромера* белән бүленгән ике җиңсәдән тора (26 нчы рәсем).

Күзәнәк төшенең эчен *интерфазада* (бүленми торган арада) караганда, хроматин җепләре турайган булып күренә, чөнки ДНКның нинди дә булса аксым структурасын кодлаштырган участоклары — ***геннар*** — шулвакытта гына эш халәтендә була ала.

ДНК молекулаларының берникадәр өлеше рибосома РНКсы (рРНК) синтезында катнаша. Мондый ДНК молекулаларының участоклары элмәкләр барлыкка китерә, алар, бер-берсе белән якынаеп, ***төшчекләр*** формалаштыра. Төшчекләрдә рРНК синтезы һәм рибосома субберәмлеген җыю башлана, аннары алар, төш тишеме аша цитоплазмага үтеп, аксым синтезын башкара торган күпләгән рибосомаларны формалаштыралар. Бер күзәнәктә бердән җидегә кадәр төшчек эшләп тора ала.

Күзәнәкнең хромосомалар җыелмасы (кариотип). Тереклек ияләренең нинди дә булса төренең күзәнәкләрендәге хромосомалар җыелмасы ***кариотип*** дип атала. Кариотип кабатланмас, хәтта нинди дә булса ике төрнең күзәнәкләрендә хромосомалар саны бертөрле булса да (мәсәлән, бәрәңге һәм шимпанзеда күзәнәк 48 хромосомалы), бу хромосомаларның формасы һәм төзелеше барыбер аерылачак.

Теләсә кайсы күп күзәнәкле организм тукымаларын төзегән күзәнәкләр *соматик* күзәнәкләр дип атала. Андый күзәнәкләрнең төшләрендә, кагыйдә буларак, ***хромосомаларның икеле,*** яки ***диплоидлы, җыелмасы*** була. Бу — бертөрле ике хромосома дигән сүз (27 нче рәсем). Баштан ук һәр күзәнәккә хромосомаларның яртысы ана күкәй күзәнәгеннән һәм шулкадәр үк хромосома ата сперматозоидыннан килә. Парлы, ягъни абсолют бертөрле, хромосомалар (берсе — анадан, икенчесе — атадан) ***гомологик хромосомалар*** исемен алган. Җенес хромосомалары гына искәрмә булып тора; мәсәлән, барлык имезүчеләрдә бу: *X* — анадан һәм икенең берсе — *X* яки *Y* — атадан килә.



27 нче рәсем. *Кешедә кариотип (ир-ат хромосомалары җыелмасы)*

Хромосомаларның гаплоидлы җыелмасы ул — бер үк төрнең күзәнәкләрендә булган төрле зурлыктагы һәм формадагы хромосомалар җыелмасы, ләкин, диплоидлы җыелмадан аермалы буларак, һәр хромосома берәр генә. Гаплоидлы җыелма *җенес* күзәнәкләре (гаметалар) төшләрендә була. Әгәр бал кортының диплоидлы җыелмасы 32 хромосомадан торса, гаплоидлысы 16 була.

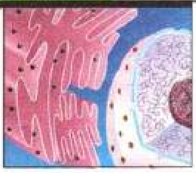
Күзәнәк бүленүнең интерфазасында һәр хромосома икеләтә арта һәм ике хроматидадан тора. Бу вакытта кешенең соматик күзәнәкләрендә 92 хроматида була, алар парлашып кушылган 46 хромосома хасил итә.

Цитоплазматик мембрана. Эндоцитоз. Экзоцитоз. Төш. Хроматин. Төшчекләр. Кариоплазма. Кариотип. Хромосомалар. Гомологик хромосомалар. Хромосомаларның диплоидлы һәм гаплоидлы җыелмасы.

1. Күзәнәк мембранасының төзелеше нинди? Ул нинди функцияләр үти?
2. Төш тышчасының төзелеше нинди?
3. Күзәнәктә төшнең функциясе нинди?
4. Нәрсә ул хроматин?
5. Бер хромосоманы ничә молекула ДНК барлыкка китерә?
6. Төшчекләр нинди функция үти?
7. Нинди күзәнәкләрнең төше бер генә түгел, ә берничә?
8. Нинди күзәнәкләрнең төше булмый?

Күзәнәктәге төшнең ролен түбәндәге тәҗрибәдә күреп була: амёба күзәнәген ике өлешкә бүләләр, бер өлешендә төш бар, ә икенчесе төшсез. Беренче өлеш җәрәхәттән тиз тернәкләнә, туклана, үсә, бүленә башлый. Икенче өлеш берничә генә көн яши дә үлә. Әгәр бу өлешкә дә башка амёбадан алып күзәнәк төше кертсәң, ул нормаль организм булып яши башлый, амёбаның бөтен тереклек функцияләрен үтәргә сәләтле була.

§ 15 Күзәнәк төзелеше. Цитоплазма. Күзәнәк үзәге. Рибосомалар

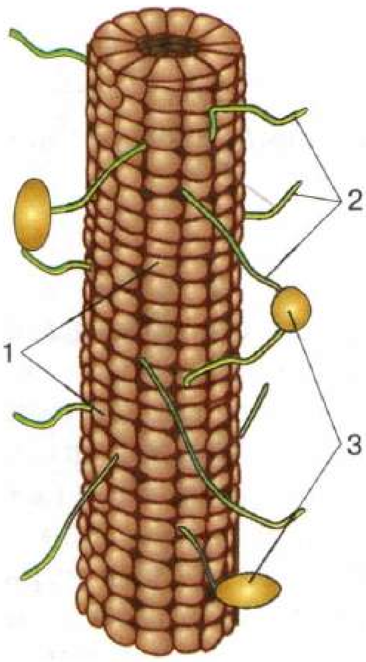


1. Күзәнәкләре бертөрле формасын сакларга сәләтле тереклек ияләренә мисаллар китерегез.
2. Рибосомаларның функциясе нинди?
3. Нәрсә ул цитоплазма?

Төш күзәнәктәге тереклек эшчәнлеге процессларының барысы белән дә идарә итә. Бу процесслар күптөрле һәм катлаулы: күзәнәк үзенең формасын сакларга, пластик һәм энергетик алмашу өчен тирәлектән матдәләр алырга, органик матдәләр синтезларга тиеш. Моннан тыш, күп күзәнәкле организмның теләсә нинди күзәнәге «үзе өчен генә» яшәми, ә бәлки бөтен бер күп күзәнәкле организмның нормаль яшәве өчен кирәкле ниндидер функцияләрне тайпылусыз үти. Шуңа күрә һәр күзәнәк кеше кулы белән төзелгән теләсә нинди механизм яки заводтан да камилрәк, катлаулы биохимик «фабрика» булып тора. Һәм әлеге барлык күп санлы биохимик реакцияләр күзәнәкнең цитоплазмасында һәм органоидларында баралар.

Күзәнәк цитоплазмасы. Цитоплазманы элегрәк күзәнәк өчен кирәкле туклыклы матдәләре булган һәм органоидлар өчен «материаль база» булып торган кесәл кебегрәк нәрсә дип уйлыйлар иде. Ләкин цитоплазманың төзелеше күпкә катлаулырак. Цитоплазманың төп матдәсе ***гиалоплазма*** дип атала. Ул — куе төссез коллоид эремә. Гиалоплазманың нигезен су (массасының 70—90% ын) тәшкил итә, анда аксымнар күп, шулай ук липидлар һәм төрле неорганик кушылмалар була. Гиалоплазмада матдәләр алмашы процесслары бара, аның аша төш һәм органоидлар арасындагы бәйләнеш тукталмый. Цитоплазма күзәнәк эчендә даими хәрәкәтләнә, бу — органоидларның күчеп йөрүеннән яхшы беленә. Барлык эукариотларның цитоплазмасында катлаулы терәк система — ***цитоскелет*** була. Ул өч элементтан: *микрокөпшәчекләрдән, арадаш филаментлар* һәм *микрофиламентлардан* тора.

Микрокөпшәчекләр диаметры 20—30 нм куыш көпшәчекләр рәвешендә бөтен цитоплазмада күренә. Аларның стенкалары, тубулин аксымыннан төзелеп, үзенә бертөрле бөтерелгән җепләрдән ясалган. Тубулинлы микрокөпшәчекләр *күзәнәк үзәгендә* җыела (28 нче рәсем). Микрокөпшәчекләр нык була һәм цитоскелетның терәк нигезен барлыкка китерә. Алар, гадәттә, күзәнәкнең сузылуына һәм кысылуына каршы торырлык рәвештә урнаша. Механик функциядән тыш, микрокөпшәчекләр шулай ук транспорт функциясен дә үти: цитоплазма буенча төрле матдәләрне күчерүдә катнаша.



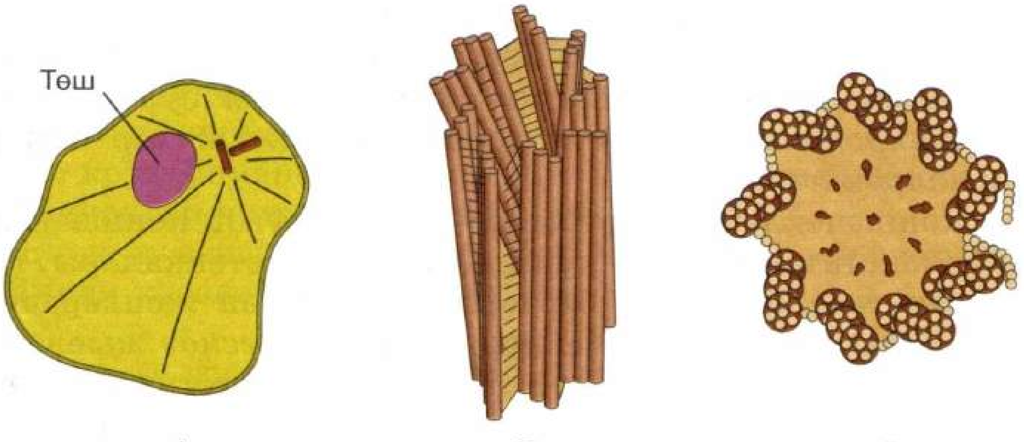
28 нче рәсем. *Микрокөпшәчек төзелеше: 1 — тубулин субберәмлекләр; 2 — аксымнар; 3 — күчеп йөри торган кисәкчекләр*

10 нм калынлыгындагы арадаш филаментлар — шулай ук аксым табигатьле структуралар. Аларның функцияләре әлегә җитәрлек өйрәнелмәгән.

Микрофиламентлар — нибарысы 4 нм диаметрлы аксым җепләр. Аның нигезен актин аксымы төзи. Кайчак актин бәйләмнәре төркемләнә. Микрофиламентлар ешрак плазматик мембранага якынрак урнаша һәм аның формасын үзгәртә, бу исә фагоцитоз һәм пиноцитоз процесслары өчен бик әһәмиятле.

Шулай итеп, цитоплазма аша күзәнәкнең формасын саклый торган һәм күзәнәк эче хәрәкәтен тәэмин иткән цитоскелет структуралары үтә. Цитоскелет тиз «сүтелә» һәм «җыела» ала. Ул җыелган хәлдә булганда, аның структуралары буйлап махсус аксымнар ярдәмендә органоидлар күзәнәкнең шул мизгелдә кайсы өлешенә кирәк, шунда күчә.

Күзәнәк үзәге (центросома). Ул цитоплазмада төшкә якын урнаша. Аны ике ***центриоль*** — бер-берсенә карата перпендикуляр урнашкан цилиндрлар барлыкка китерә (29 нчы рәсем). Һәр центриольнең диаметры 150—250 нм, ә озынлыгы 300—500 нм. Һәрбер центриольнең стенкасы тугыз комплекс микрокөпшәчекләрдән тора,



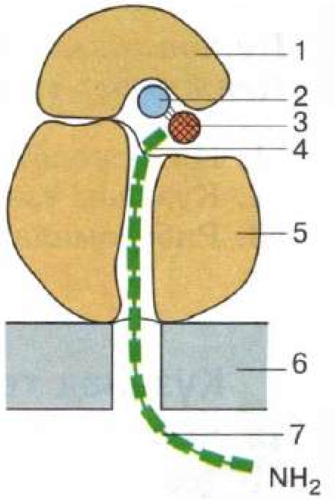
29 нчы рәсем. *Күзәнәк үзәгенең төзелеше: А — күзәнәкнең төшкә якын урнашкан үзәге; Б — центриольләрнең төзелеш схемасы; В — центриольнең аркылы кисеме*

ә һәр комплекс (яки триплет) үз чиратында өч микрокөпшәчектән төзелгән. Центриоль триплетлары үзара байтак бәйләнешләр белән тоташкан. Центриольне барлыкка китергән төп аксым — тубулин.

Күзәнәк үзәге тирәсенә цитоплазма буйлап тубулин күчерелә. Биредә бу аксымнан цитоскелет элементлары җыела. Инде җыелган хәлдә, алар цитоплазманың төрле участокларына юнәлә һәм үз функцияләрен үти.

Центриольләр шулай ук керфекчек һәм камчыларның базаль тәнчекләре ясалу өчен дә кирәк. Күзәнәк бүленер алдыннан, центриольләр икеләтә арта. Ә бүленү барышында алар парлашып, күзәнәкнең полюсларына аерылып китә һәм бүленү орчыгы җепләрен барлыкка китерүдә катнаша.

Югары төзелешле үсемлек күзәнәкләрендә күзәнәк үзәге башкача төзелгән һәм анда центриольләр булмый.



30 нчы рәсем.
Рибосома төзелеше:
1 — кечкенә субберәмлек;
2 — иРНК;
3 — тРНК;
4 — аминокислота;
5 — зур субберәмлек;
6 — эндоплазматик челтәр мембранасы;
7 — полипептид чылбыр

Рибосомалар. Күзәнәккә аксымнар синтезы өчен кирәкле органоидлар — рибосомалар. Аларның якынча зурлыгы 20×30 нм; күзәнәктәге саны берничә миллионга җитә. Рибосомалар ике: зур һәм кечкенә субберәмлектән тора (30 нчы рәсем). Һәр субберәмлек аксымнар белән рРНК комплексы булып тора. Рибосомалар төшнең төшчекләре өлкәсендә формалаша, ә аннары төш тишемнәре аша цитоплазмага чыга. Алар аксымнар синтезын, төгәлрәк әйткәндә, тРНК рибосомасына китерелә торган аминокислоталардан аксым молекулалары җыюны башкаралар. Рибосоманың субберәмлекләре арасында иРНК молекуласы кереп урнашкан ярык була, ә зур субберәмлектә — буразна, аның буенча синтезланган аксым молекуласы шуыша. Шулай итеп, рибосомаларда генетик информация трансляцияләнү, ягъни аны «нуклеотидлар теле»ннән «аминокислоталар теле»нә күчерү процессы тормышка ашырыла.

Рибосомалар цитоплазмада йөзмә хәлдә булырга мөмкин, ләкин ешрак алар күзәнәкнең эндоплазматик челтәре өслегендә төркем-төркем булып урнаша. Йөзмә рибосомалар күзәнәкнең үзе өчен кирәкле аксымнарны, ә ЭПЧга береккән рибосомалар «экспорт» аксымнарын, ягъни күзәнәктән читтәге пространство яки организмның башка күзәнәкләре өчен билгеләнгән аксымнарны синтезлый дип исәплиләр.

Цитоплазма. Гиалоплазма. Цитоскелет. Күзәнәк үзәге. Центриольләр. Рибосомалар.

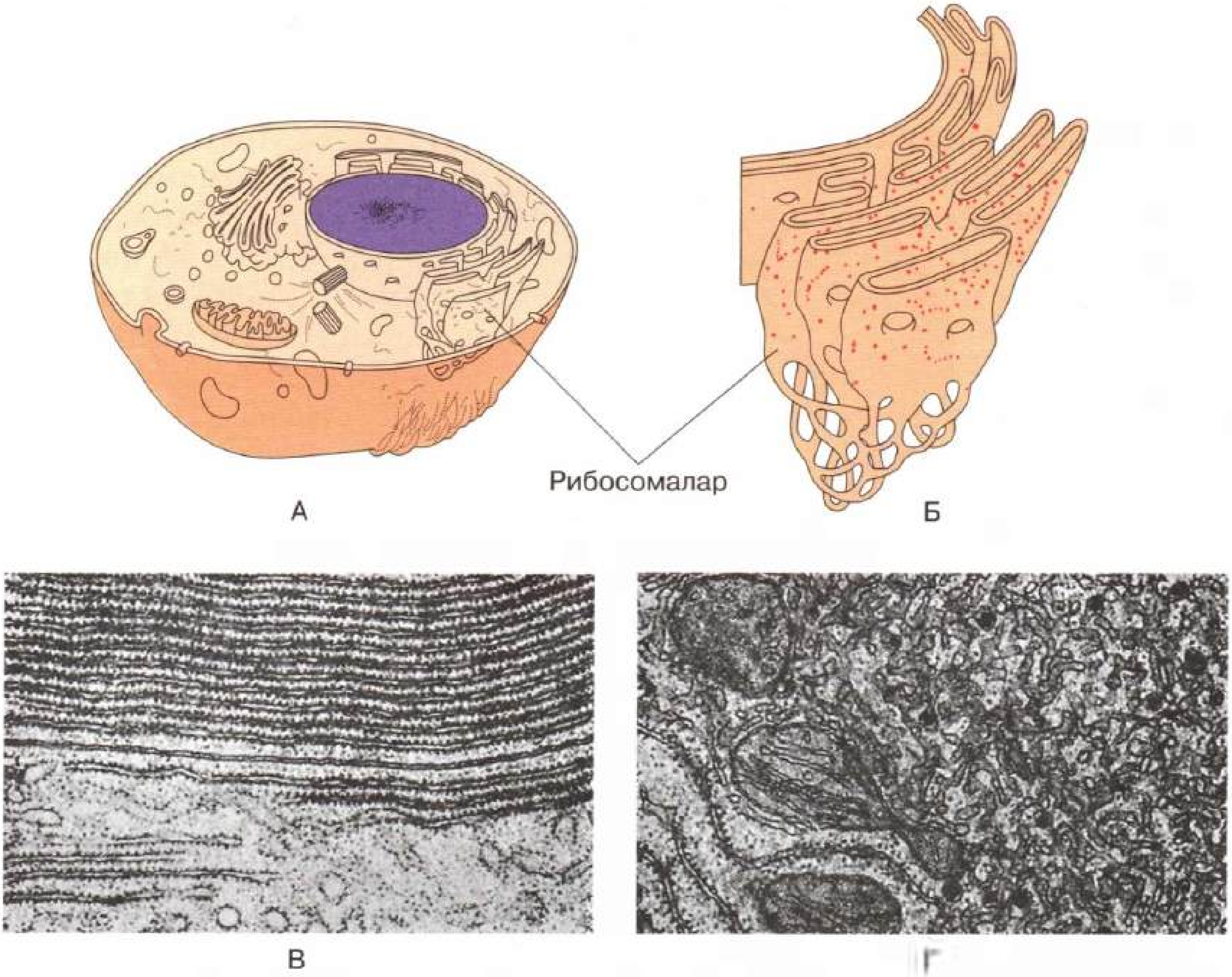
1. Цитоскелет нинди функция башкара?
2. Күзәнәк үзәге нәрсәдән тора?
3. Рибосомаларда нинди процесс бара?

§ 16 Күзәнәк төзелеше. Эндоплазматик челтәр. Гольджи комплексы. Лизосомалар. Күзәнәк тупланмалары

1. **Ни өчен Гольджи комплексы эчке секреция бизләрендә яхшы үсеш алган?**
2. **Органоидларның күпчелеге нинди күзәнәкләрдә булмый?**
3. **Нәрсә ул күзәнәк тупланмалары?**

Эндоплазматик челтәр (ЭПЧ). Эндоплазматик челтәр, яки эндоплазматик ретикулум, күзәнәкнең цитоплазмасына үтеп кергән көпшәчекләр һәм куышлыклар системасын барлыкка китерә. ЭПЧ плазматик мембрананыкына охшаш төзелешле мембранадан тора. ЭПЧ көпшәчекләре һәм куышлыклары күзәнәкнең 50% күләмен алып торырга мөмкин, ләкин бер җирдә дә өзелмиләр һәм цитоплазмага ачылмыйлар (31 нче рәсем). ***Шома*** һәм ***кытыршы*** (бөртекле) ***ЭПЧ*** була. Кытыршы ЭПЧда күпләгән рибосомалар урнаша. Һәм менә шунда күпчелек аксымнар синтезлана. Шома ЭПЧ өслегендә углеводлар һәм липидлар синтезы бара. Шома ЭПЧ мембраналарында синтезланган матдәләр ретикулум көпшәчекләре эченә күчә һәм алар буйлап туплану урынына яки биохимик реакцияләрдә файдалану өчен транспортлана. Кытыршы челтәр — бөтен организм ихтыяҗы өчен аксымнар синтезлый торган (мәсәлән, аксым гормоннар) күзәнәкләрдә, ә шома челтәр шикәр һәм липидлар синтезлый торган күзәнәкләрдә яхшы үскән. Моннан тыш, шома ЭПЧда, күзәнәк һәм бөтен бер организмның барлык функцияләрен мөһим көйләп, кальций ионнары туплана.

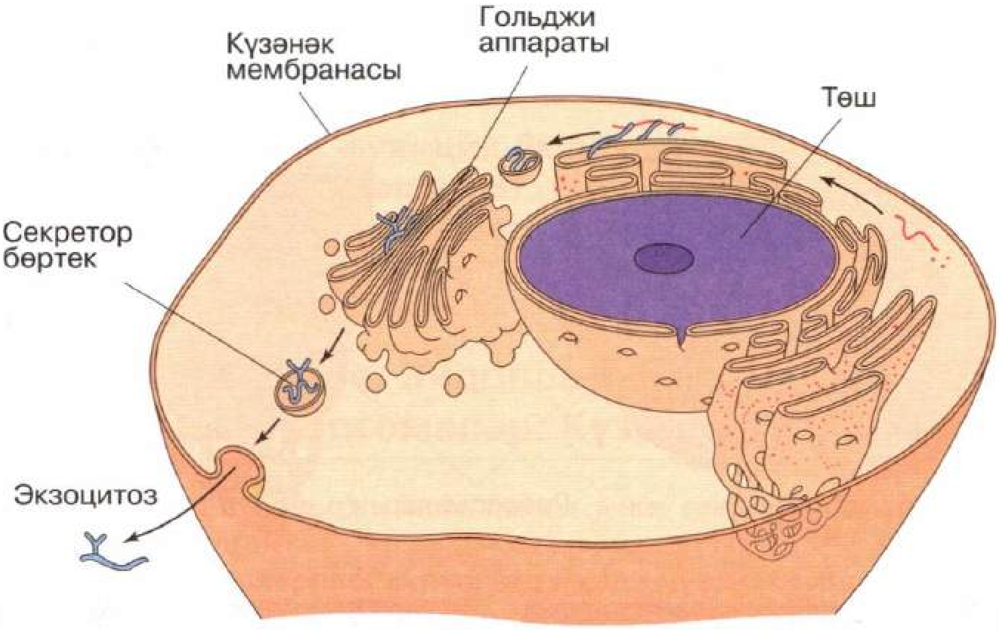
Гольджи комплексы (аппараты). Күзәнәктә синтезланган матдәләр туплану урыны булган күзәнәк эчендәге цистерналар системасы Гольджи комплексы (аппараты) дип йөртелә. Биредә шулай ук матдәләрнең биохимик әверелешләре дәвам итә, алар мембрана куыкчыклары булып төрелә һәм цитоплазманың кирәкле урынына яки күзәнәк мембранасына күчерелә һәм күзәнәктән тышка чыгарыла (32 нче рәсем). Гольджи комплексы мембранадан төзелгән һәм



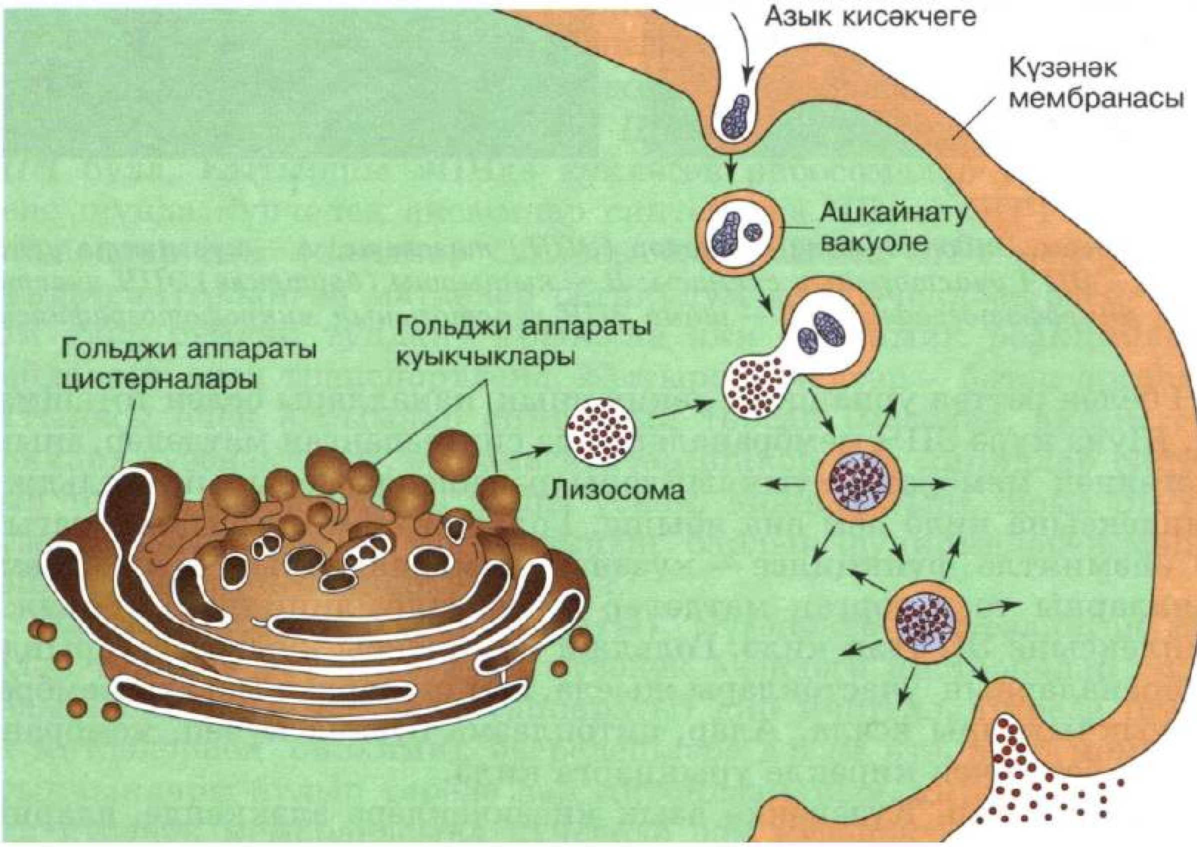
31 нче рәсем. *Эндоплазматик челтәр (ЭПЧ) төзелеше: А — күзәнәктә урнашуы; Б — ЭПЧ участогының схемасы; В — кытыршы (бөртекле) ЭПЧ участогының микрофотографиясе; Г — шома ЭПЧ участогының микрофотографиясе*

ЭПЧ белән рәттән урнашкан, ләкин аның каналлары белән тоташмаган. Шуңа күрә ЭПЧ мембраналарында синтезланган матдәләр, аның өслегеннән мембрана куыкчыклары рәвешендә аерылып, Гольджи комплексына килә һәм аңа ябыша. Гольджи комплексының тагын бер әһәмиятле функциясе — күзәнәк мембраналарын җыю. Мембраналарны төзи торган матдәләр (аксымнар, липидлар) Гольджи комплексына ЭПЧдан килә, Гольджи комплексы куышлыкларында мембраналарның участоклары җыела, һәм шулардан махсус мембрана куыкчыклары ясала. Алар, цитоплазма буенча күчеп, мембрана төзелеп бетү өчен кирәкле урыннарга килә.

Лизосомалар. Күзәнәккә азык кисәкчекләре эләккәндә, аларны кайнатырга, ягъни аларны күзәнәк файдалана алырлык матдәләргә кадәр таркатырга кирәк була. Кайнатылу процессы барсын өчен, азык



32 нче рәсем. *Гольджи аппаратының урнашу һәм төзелеш схемасы*



33 нче рәсем. *Азык кисәкчегенең лизосома катнашында кайнатылу схемасы*

кисәкчеген чолгап алган фагоцитар куыкчык лизосома белән кушылырга тиеш була. Лизосома ул — 0,4—1 мкм диаметрлы кечкенә мембрана куыкчыгы. Анда аксымнарны, углеводлар, липидлар, нуклеин кислоталарын таркатырга сәләтле 50 гә якын төрдә ашкайнату ферменты була. Бу ферментлар лизосомаларда актив хәлдә булмый, югыйсә алар, лизосоманың мембранасын тишеп, цитоплазмага чыгар һәм күзәнәкнең бөтен эчен кайнатыр иде. Лизосомалар ашкайнату ферментлары туплану урынында — Гольджи комплексында формалаша (33 нче рәсем).

Күзәнәк тукымалары. Күзәнәк тарафыннан йә үз ихтыяҗында файдаланыла, йә тышкы тирәлеккә чыгарыла торган матдәләр җыелмасын күзәнәк тупланмалары дип атыйлар. Күзәнәк тупланмалары арасында май тамчылары, крахмал яки гликоген бөртекләре, аксым бөртекләре очрый. Алар ешрак цитоплазманың үзендә, мембрана белән аерылмаган хәлдә урнаша. Күзәнәк тупланмалары «мөстәкыйль» эшчәнлеккә сәләтле түгел, аларны күзәнәк органоидлары файдалана.

Эндоплазматик челтәр: шома, кытыршы (бөртекле). Гольджи комплексы. Лизосомалар. Күзәнәк тупланмалары.

1. Азык матдәләре күзәнәкнең нинди органоидларында кайнатыла?
2. Күзәнәктә эндоплазматик челтәр нинди функция үти?
3. Гольджи комплексы нинди функция үти?
4. Сез нинди күзәнәк тупланмаларын беләсез? Күзәнәктә аларның роле нинди?

Лизосомаларны һәм аларның ферментларын күзәнәк үзенең зарарланган урыннарын алмаштырырга кирәк булганда файдалана. Бу вакытта зарарланган участок төрле яклап икеле мембрана белән әйләндерелеп алына, ә аннары әлеге мембрана белән лизосома кушыла. Шулай итеп, ферментлар мембрана белән аерып алынган участокның эченә үтеп керә һәм, аның урынына яңасы төзелә алсын өчен, аны тарката. Бу процесс *аутофагия* дип атала.

Бездә үсә торган чыклы үлән ише ерткыч үсемлекләрнең Гольджи аппаратында, бөҗәкләрне ябыштыру өчен, җилем сыекчасы синтезланып туплана.

Бер күзәнәктә берьюлы төрле зурлыктагы һәм формадагы йөзгә якын лизосоманы күзәтергә мөмкин. Бер үк күзәнәкнең төрле лизосомаларында ферментлар җыелмасы шулай ук аерыла.

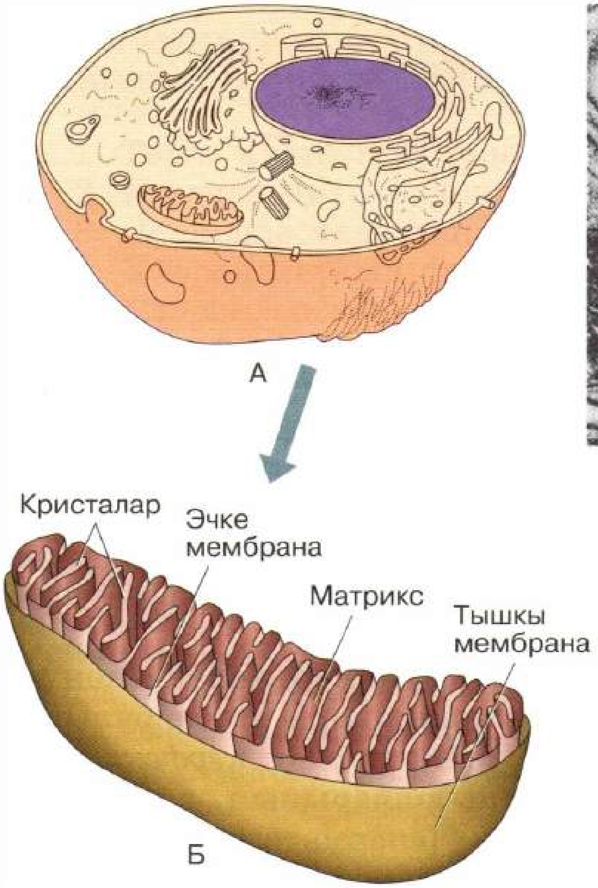
§ 17 Күзәнәк төзелеше. Митохондрияләр. Пластидлар. Хәрәкәт органоидлары

1. **Пластидларның нинди төрләрендә кызыл һәм кызгылт-сары пигментлар була?**
2. **Күзәнәкнең нинди органоидларында ДНК була?**
3. **Хәрәкәтчән күзәнәкләргә мисаллар китерегез.**

Митохондрияләр. Күзәнәк сулавы процессында катнашкан һәм күзәнәк өчен АТФ хәлендә (күзәнәкнең энергия тотылуын таләп иткән бөтен процессларында файдалану өчен яраклы формада) энергия туплаган органоидлар «митохондрияләр» дип атала. Алар, кайбер паразит иң түбән төзелешлеләрне һәм имезүчеләрнең эритроцитларын исәпләмәгәндә, эукариотларның бөтен күзәнәкләрендә очрый. Күзәнәктә митохондрияләрнең саны бердән (сперматозоидта, кайбер суүсемнәрдә һәм иң түбән төзелешлеләрдә) меңгә кадәр исәпләнә. Күп энергия таләп итә торган күзәнәкләрдә (хайваннарда — бавыр, мускул күзәнәкләре) митохондрияләр аеруча күп санлы була. Аларның шарсыман, овал яки таяксыман формалары ешрак очрый (34 нче рәсем), ләкин кайбер гөмбәләрдә — гигант тармаклы, ә нейроннарда җепсыман митохондрияләр булуы да тасвирлана. Формалары төрле булуга карамастан, барлык митохондрияләрнең төзелешендә бердәм план күзәтелә. Алар барысы да ике мембраналы. Тышкы мембрана шома, ә эчкесе өслеген арттыручы күп санлы чыгынтылар һәм бүлгеләр — *кристалар* барлыкка китерә. Кристаларда АТФ синтезы өчен кирәкле күзәнәк сулавы процесслары бара.

Күзәнәкнең башка органоидларыннан аермалы буларак, митохондрияләр һәм пластидларның үзләрен яңартуны тәэмин итә торган үз генетик системасы бар. Митохондрия ДНКсы, прокариотлардагы кебек, йомык боҗра формасында була. Митохондрияләрдә шулай ук үз РНКсы һәм үзенә бертөрле рибосомалар бар. Әгәр күзәнәк бүленәсе булса яки энергияне интенсив файдаланса, митохондрияләр бүленә башлый һәм аларның саны арта. Әгәр энергиягә ихтыяҗы кимесә, күзәнәкләрдә аларның саны сизелеп кими.

Пластидлар. Үсемлек күзәнәкләренә генә хас органоидлар — пластидлар ул. (Кайбер камчылы иң түбән төзелешлеләр, мәсәлән яшел эвглена һәм вольвокс, искәрмә булып тора.) Митохондрияләр кебек үк, пластидларда да ике мембраналы структура һәм үз генетик аппараты була. Пластидлар хлорофиллы *хлоропластларга*, кызыл, кызгылт-сары һәм шәмәхә пигментлы *хромопластларга* һәм төссез, башлыча туплау функциясен үти торган *лейкопластларга* бүленә. Көчле яктылык йогынтысында лейкопластлар яшел пигмент — хло-



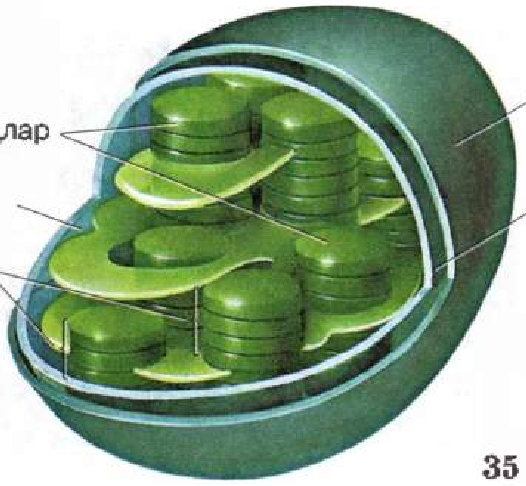
34 нче рәсем. *Митохондрия төзелеше: А — күзәнәктә урнашуы; Б — төзелеш схемасы; В — митохондрия участогының электрон фотографиясе*

рофилл эшли башлый һәм хлоропластларга әйләнә. Шуңа күрә яктыда бәрәңге бүлбесе яшелләнә башлый.

Көзен үсемлекләрнең яфрак күзәнәкләрендә хлорофилл таркала, һәм яфрак төсен башка пигментлар — каротиноидлар һәм антоцианнар билгели башлый. Шуның өчен көзен яфраклар сары, кызыл яки кызгылт-сары төскә керә.

Яфрак күзәнәгендә, гадәттә, бернича дистә (20—100 данә) хлоропласт була. Алар ике ягы кабарынкы линза формасында, зурлыклары якынча 5×10 мкм. Тышкы шома мембрана астында эчке, сырлы мембрана урнаша. Аның сырларыннан кечкенә яссы капчыклар — ***тилакоидлар*** (35 нче рәсем) формалаша, ә алар арасына хлоропластның эчке тирәлеге — ***строма*** урнаша. Тилакоидлар еш кына багана булып өелә, бу ***граналар*** дип атала.

Хлоропластлар — фотосинтез органоидлары. Энергияне яктылык исәбенә алу белән бәйле реакцияләр (яктылык фазасы) — тилакоид мембраналарында, ә органик матдәләр синтезлау өчен запас энергияне файдаланган реакцияләр (караңгылык фазасы) пластидларның стромаларында бара. Күрәсең, пластидларның, митохондрияләр ке-



35 нче рәсем. *Хлоропласт төзелеше*

бек үк, элгәр формалары ирекле яшәүчеләр булгандыр, ул гына да түгел, пластидларның элгәрләре борынгы цианобактерияләр булган дип исәпләнелә.

Хәрәкәт органоидлары. Күп кенә күзәнәкләр хәрәкәтләнүгә сәләтле, хәрәкәтләнү реакцияләренең механизмнары төрле булырга мөмкин. Алар *амёба хәрәкәте* (амёбалар, лейкоцитлар), *керфекчекләр хәрәкәте* (инфузория-башмакчык, сулыш юлларының керфекчел эпителий күзәнәкләре), *камчылар хәрәкәте* (сперматозоидлар, яшел эвглена), *мускул хәрәкәте* төрләренә аерылалар.

Барлык эукариотик күзәнәкләрнең камчылары якынча 100 мкм озынлыкта була. Аларның аркылы кисемендә — кырыйлатып 9 пар микрокөпшәчек, ә үзәктә 2 микрокөпшәчек урнашуын күрергә мөмкин.

Микрокөпшәчекләрнең барлык парлары үзара тоташкан була. Әлеге тоташуны тормышка ашыра торган аксым АТФ гидролизы вакытында аерылып чыккан энергия исәбенә үзенең конформациясен үзгәртә. Бу — микрокөпшәчек парларының бер-берсенә карата хәрәкәткә килүенә сәбәп була, камчы бөгелә, һәм күзәнәк хәрәкәтләнә башлый. Озынлыгы нибары 10—15 мкм лы керфекчекләрнең хәрәкәтләнү механизмы да шундый ук. Гадәттә, күзәнәктә камчы бер генә, ә керфекчекләр бик күп булырга мөмкин, һәм аларның бөтен хәрәкәтләре килешенгән була, бу — күзәнәкнең хәрәкәтен тәэмин итә. Мәсәлән, бер күзәнәкле инфузория-башмакчыкның өслегендә 15 000 гә кадәр керфекчек исәпләнә, алар ярдәмендә ул 3 мм/с тизлектә йөзә ала. Тышкы сулыш юлларының керфекчел эпителиендә 250 гә кадәр керфекчек бар.

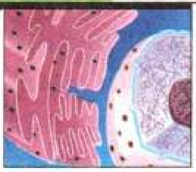
Митохондрияләр. Пластидлар. Тилакоидлар. Граналар. Строма. Хәрәкәт органоидлары.

1. Төрле күзәнәкләрдә ничә митохондрия булырга мөмкин?
2. Ни өчен митохондрияләр ДНКсы анадан гына күчә?
3. Лейкопластлар нинди функция үти?
4. Хлоропластның төзелеше нинди?
5. Хлоропластның нинди өлешләрендә фотосинтезның яктылык фазасы бара?

Күзәнәкләрнең хәрәкәт төрләренә мисаллар китерегез. Төрле төр күзәнәкләрнең хәрәкәтләнү механизмын чагыштырыгыз.

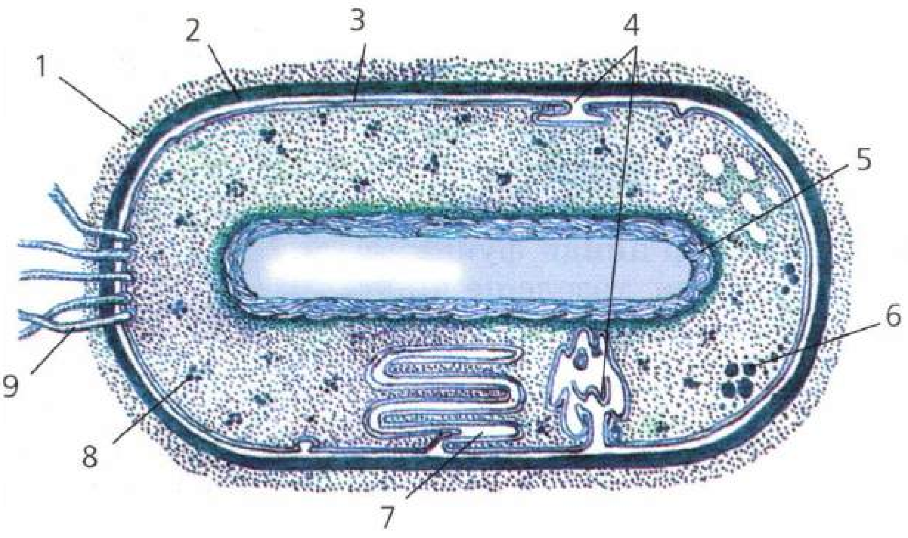
Митохондрияләрдә бөҗралы ДНКның булуы, аларның бүленү сәләте, шулай ук прокариотлар күзәнәкләрендә митохондрияләрнең булмавы митохондрияләрнең элгәрләре (борынгы бабалары) ирекле яшәгән прокариотлар булуы, аннары аларның эукариотик күзәнәкләр паразитларына (яки корбаннарына) әйләнүе турында гипотеза чыгарырга мөмкинлек бирә. Тора-бара алар бөтен эукариотик күзәнәкләрне, аларның симбионтларына әйләнеп, энергия белән тәэмин иткәннәр. Имезүчеләрдә митохондрияләр фәкать анадан гына килә, чөнки туачак организмның барлык митохондрияләре күкәй күзәнәктә була, ә кушылганда, сперматозоидтан күкәй күзәнәк цитоплазмасына төш кенә үтә. Шуңа күрә, митохондрия ДНКсын анализлаганда, ана нәселе буенча ырудашлык бәйләнешләрен күзәтергә мөмкин.
Үсемлекләрнең иң борынгы төркемнәреннән берсе булган суүсемнәрнең һәр күзәнәгендә, гадәттә, берәр генә зур органоид — хроматофор була. Хламидомонадада — касәсыман хроматофор, спирогирада — спираль.
Камчылы күзәнәкләр камчылары ярдәмендә йә алга, йә артка хәрәкәтләнә ала. Мәсәлән, яшел эвгленаның камчысы күзәнәкнең алгы очында урнаша.

§ 18 Прокариотик һәм эукариотик күзәнәкләр төзелешендәге охшашлыклар һәм аерымлыклар



1. Күп төшле күзәнәк мисалларын искә төшерегез.
2. Бактерияләр нинди формада булырга мөмкин?

Прокариотлар. Җир йөзендәге иң борынгы организмнарның күзәнәк төше булмый, һәм алар прокариотлар, ягъни төшсез организмнар дип аталалар. Алар аерым бер патшалыкка — Бүлгәләнүчеләргә (Дробянки) берләшә, аларга бактерияләр һәм зәңгәрсу-яшел суүсемнәр



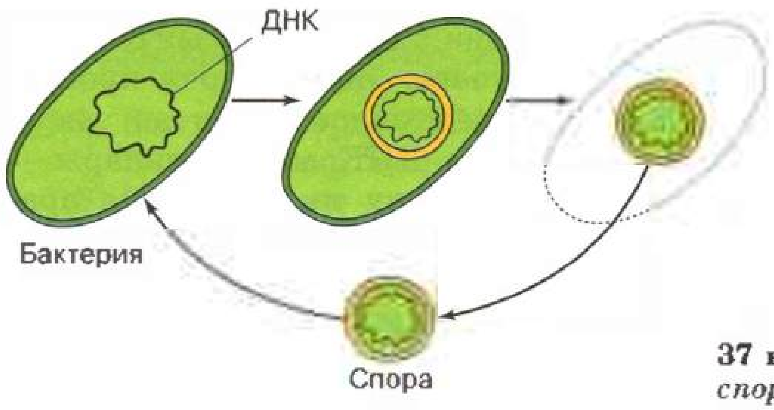
36 нчы рәсем. *Прокариотик күзәнәк төзелешенең схемасы: 1 — җилемсыман лайла катлавы; 2 — күзәнәк стенкасы; 3 — плазматик мембрана; 4 — мезосомалар; 5 — хромосома (ДНКның боҗралы молекуласы); 6 — туклыклы матдә тамчылары; 7 — фотосинтезларга сәләтле сырлы мембрана; 8 — рибосомалар; 9 — камчылар*

керә. Прокариотик күзәнәкләрнең эукариотиклардан аермалы нинди билгеләре бар соң?

Прокариот күзәнәкләре, кагыйдә буларак, эукариотларныкыннан шактый кечкенә, 10 мкм дан артмый, хәтта $0{,}3\times0{,}2$ мкм зурлыктагы күзәнәкләр очрый. Шулай да искәрмәләр була: 100×10 мкм зурлыктагы бактериаль күзәнәк турында тасвирламалар бар.

Прокариотларның төзелеше һәм матдәләр алмашы. Прокариотларның, исемнәреннән үк күренгәнчә, формалашкан төшләре булмый. Прокариотлар күзәнәгендә шартлыча бактериаль хромосома дип аталган ДНКның боҗралы молекуласы күзәнәк үзәгенә урнаша, ләкин бу ДНК молекуласын мембрана әйләндереп алмый, ул турыдан-туры цитоплазмада була (36 нчы рәсем).

Прокариотлар күзәнәге тыштан, эукариот күзәнәкләре кебек үк, плазматик мембрана белән каплана. Һәр ике төркем организмнарының күзәнәк мембранасы бертөрле. Прокариотларның күзәнәк мембранасы күп урында күзәнәк эченә батып керә. Алар ***мезосомалар*** дип атала. Аларда прокариотик күзәнәктә матдәләр алмашы реакцияләрендә катнашкан ферментлар була. Күзәнәкнең плазматик мембранасын углеводтан торган, үсемлек күзәнәкләренең стенкасын хәтерләткән тышча каплап ала. Ләкин бу тышча, үсемлекләрдәге кебек, клетчаткадан түгел, ә бәлки полисахаридлардан — пектин һәм муреиннан тора.



37 нче рәсем. *Бактерияләрдә спора ясалу схемасы*

Прокариотик күзәнәкләрнең цитоплазмасында мембрана органоидлары: митохондрияләр, пластидлар, ЭПЧ, Гольджи комплексы, лизосомалар булмый. Аларның функциясен тышкы мембрана сырлары һәм мезосомалар үти. Прокариотлар цитоплазмасында тәртипсез рәвештә вак рибосомалар урнаша. Аларда шулай ук цитоскелет та булмый, ләкин кайчак камчылар очрый.

Эукариотларның күпчелеге — ***аэроблар,*** ягъни энергия алмашуда һава кислородын файдаланалар. Прокариотлар, — киресенчә, ***анаэроблар,*** һәм алар өчен кислород зарарлы. Азотка бәйле кайбер бактерияләр һавадан азот үзләштерергә сәләтле, эукариотлар исә моны эшли алмый.

Кайбер төр прокариотларның — энергияне фотосинтез аркасында ала торганнарның — мезосомаларында үзенә бертөрле хлорофилл булырга мөмкин.

Споралар ясалу. Уңайсыз шартларда (салкын, эссе, корылык һ.б.да) күп бактерияләр споралар ясарга сәләтле. Спора ясалганда, бактериаль хромосома тирәли үзенә бертөрле тыгыз тышча барлыкка килә, ә күзәнәкнең башка җисеме үлә (37 нче рәсем). Спора дистә еллар активлыгын югалткан хәлдә яшәргә мөмкин, ә уңайлы шартлар туу белән, аннан кабат актив бактерия үсә. Күптән түгел немец тикшеренүчеләре әйтүенчә, алар 180 млн ел элек борынгы диңгезләр кипкәндә ясалган бактерияләрнең спораларын «терелтә» алганнар!

Прокариотларның үрчүе. Прокариотлар ешрак җенессез юл белән үрчи: ДНК икеләтә арта, һәм аннары аркылы яссылыгында күзәнәк урталай бүленә. Уңайлы шартларда бактерияләр һәр 20 минут саен бүленергә сәләтле; бу очракта бер күзәнәктән барлыкка килгән бала күзәнәкләр өч тәүлектән теоретик яктан 7500 тонна масса бирер иде! Бәхеткә каршы, андый шартлар, нигездә, була алмый.

Прокариотларда җенси үрчү — җенессез үрчүгә караганда шактый сирәк күренеш, ләкин ул бик мөһим, чөнки, генетик инфор-

мация алышканда, бактерияләр бер-берсенә уңайсыз йогынтыларга (мәсәлән, даруларга) тотрыклылыкны күчерә. Җенси үрчү процессында бактерияләр хромосомаларның өземтәләре белән дә, үзенә бертөрле кечкенә боҗралы ике чылбырлы ДНК молекулалары — ***плазмидалар*** белән дә алышына ала. Алмашу ике бактерия арасындагы күперчек аша яки вируслар ярдәмендә дә булырга мөмкин. Соңгысында бер бактериянең ДНК өземтәсен үзләштергән вирус аны икенче үзе зарарлый торган бактериаль күзәнәккә күчерә.

Прокариотик һәм эукариотик күзәнәкләр арасындагы төп аерымлыклар 3 нче таблицада китерелә.

3 нче таблица

Прокариотлар һәм эукариотлар күзәнәкләрен чагыштыру

Билгеләр	Прокариотлар	Эукариотлар
Төш	Юк. ДНК цитоплазмада	Бар. Ике мембраналы тышча. Төшчекләре бар
Генетик материал	Боҗралы ДНК молекуласы, шартлыча «бактериаль хромосома» дип атала	Хромосома булып төзелгән сызыкча ДНК молекулалары
Күзәнәк стенкасы	Бар. Гадәттә, пектин һәм муреиннан тора	Хайваннарда юк, үсемлекләрдә — целлюлозадан, гөмбәләрдә хитиннан тора
Мезосомалар	Бар	Юк
Мембрана органоидлары	Гадәттә, булмый	Бар
Рибосомалар	Бар. Вак	Бар
Цитоскелет	Юк	Бар
Күзәнәкнең матдәләрне йоту ысулы	Күзәнәк стенкасы аша күчә	Фагоцитоз һәм пиноцитоз
Ашкайнату вакуольләре	Юк	Бар
Митоз һәм мейоз	Юк	Бар
Гаметалар	Юк	Бар
Камчылар	Бар, ләкин төзелеше белән аерыла	Бар
Зурлыгы	Диаметры уртача 0,3—5,0 мкм	Диаметры 40 мкм га кадәр һәм аннан да артыграк

Мезосома. Аэроблар. Анаэроблар. Споралар. Плазмидалар.

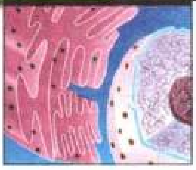
1. Бактерияләрдә ДНК нинди формада була?
2. Бактерияләр җенси юл белән үрчи аламы?
3. Бактерияләр кайчан споралар барлыкка китерә һәм спораның функциясе нинди?
4. Нәрсә ул мезосомалар, һәм алар нинди функцияләр үти?

3 нче таблицаны җентекләп тикшерегез. Прокариотик һәм эукариотик күзәнәкләрнең төп аерымлыкларын әйтегез.

Күрәсең, прокариотлар, Җирдә беренче тереклек ияләре булып, миллиард еллар элек килеп чыкканнардыр. Ләкин, үзләренең гади һәм примитив булып күренүләренә карамастан, прокариотлар әйләнә-тирә үзгәрешләренә бик шәп җайлашканнар һәм Җирнең бөтен тышчаларына таралганнар. Бактерияләрнең тереклек итү сәләтенә ия споралары Антарктида бозларында 30 м тирәнлектә, атмосферада 41 км биеклектә табылды. Бактерияләр атом-төш реакторларын суыткан суда да очрый, «рекордсменнар»ның берсе 6,5 млн рентген нурланышына чыдый, бу — кеше өчен һәлакәтле дозадан 10 000 тапкыр югарырак.

Кайбер бактерияләр, үз көчләре тирәли зур тизлек белән әйләнеп, актив хәрәкәтләнүгә сәләтле. Бу вакытта алар секундка 100 мкм араны уза, ә үзләренең озынлыклары 2 мкм дан артмый. Әгәр кеше дә шулай хәрәкәтләнә алса, ул тизлеген 350 км/сәг кә җиткерер иде!

§ 19 Үсемлек, хайван һәм гөмбә күзәнәкләре төзелешендәге охшашлык һәм аерымлыклар



1. Сез тереклек ияләренең нинди патшалыкларын беләсез?
2. Туклануның нинди ысулы автотроф туклану дип атала?
3. Туклануның нинди төре гетеротроф туклану дип атала?
4. Сапротрофларга, паразитлар һәм симбионтларга мисаллар китерегез.

Эукариотларның күзәнәк төзелешендәге охшашлык. Җирдә тереклекнең кайчан һәм ничек килеп чыгуын әлегә тулы ышаныч белән әйтү мөмкин түгел. Шулай ук без Җирдәге беренче тереклек ияләренең ничек тукланганнарын да белмибез: автотроф ысул беләнме, әллә гетеротрофмы? Ләкин хәзерге вакытта безнең планетада тереклек ияләренең берничә патшалыгы янәшә тыныч кына яши. Төзелешләрендә һәм яшәү рәвешләрендә зур аерма булуга карамастан, алар арасында аерымлыкка караганда охшашлык күбрәк булуы аермачык, һәм, ихтимал, аларның ерак архей эрасында яшәгән уртак борынгы бабалары булган. Уртак «борынгы бабалары» һәм

«борынгы әбиләре» булуын эукариотлар — иң түбән төзелешлеләр, үсемлекләр, гөмбәләр һәм хайваннар — күзәнәкләрендәге шактый уртак билгеләр дәлилли. Бу билгеләргә түбәндәгеләрне китерергә мөмкин:

— күзәнәк төзелешенең бертөрлелеге: күзәнәк мембранасы, цитоплазма, төш, органоидлар булуы;

— күзәнәктә матдәләр һәм энергия алмашы процессларындагы принципиаль охшашлык;

— нәселдәнлек информациясенең нуклеин кислоталары ярдәмендә кодлашуы;

— күзәнәкләрнең химик составы бердәйлеге;

— күзәнәкләр бүленү процессындагы охшашлык.

Үсемлек һәм хайваннарның күзәнәк төзелешендәге аерымлыклар. Эволюция процессында, төрле патшалыкларга кергән тереклек ияләренең күзәнәкләре өчен яшәү шартлары бертөрле генә булмавына бәйле рәвештә, алар арасында күп санлы аерымлыклар барлыкка килгән. Үсемлек һәм хайван күзәнәкләренең төзелешен һәм тереклек эшчәнлеген чагыштырыйк (4 нче таблица).

4 нче таблица

Үсемлек һәм хайван күзәнәкләрен чагыштыру

Билгеләр	Үсемлек күзәнәкләре	Хайван күзәнәкләре
Туклану ысулы	Автотрофлар	Гетеротрофлар
Күзәнәк стенкасы	Бар. Күзәнәк үзенең формасын үзгәртми	Юк. Күзәнәк үзенең формасын үзгәртә ала
Пластидлар	Хлоропластлар, хромопластлар, лейкопластлар	Юк
Вакуольләр	Күзәнәк согы (суы) белән тулган аз санлы эре куышлыклар. Туклыклы матдәләр запасы туплана. Тургор басымын тәэмин итә	Күп санлы ашкайнату, кайберләрендә кыскарту вакуольләре. Төзелеше үсемлек вакуольләренекенә охшамаган
АТФ синтезы	Пластидларда һәм митохондрияләрдә	Митохондрияләрдә
Запас углевод	Крахмал	Гликоген
Туклыклы матдәләрнең саклану ысулы	Ешрак вакуольнең күзәнәк согында була	Цитоплазмада күзәнәк тупланмалары рәвешендә була
Центриольләр	Юк	Бар
Бүленүе	Бала күзәнәкләр арасында бүлге ясала	Бала күзәнәкләр арасында тарткы ясала

Бу ике патшалык күзәнәкләре арасында төп аерымлык аларның туклану ысулында күренә. Хлоропластлы үсемлек күзәнәкләре — автотрофлар, ягъни тереклек эшчәнлекләре өчен кирәкле органик матдәләрне яктылык энергиясе исәбенә фотосинтез процессында үзләре синтезлый. Үсемлек күзәнәкләрендә фотосинтезны хлорофилы һәм башка пигментлары булган пластидлар тәэмин итә. Хайван күзәнәкләре — гетеротрофлар, ягъни аларга, үз органик матдәләрен синтезлау өчен, углерод чыганагы булып азык составындагы органик матдәләр хезмәт итә. Шушы ук азык матдәләре, мәсәлән углеводлар, хайваннар өчен энергия чыганагы да була. Искәрмә дә бар: яшел камчылылар яктыда фотосинтезга сәләтле, ә караңгыда әзер органик матдәләр белән тукланалар.

Үсемлек күзәнәгенең эчен агып чыгудан саклый торган һәм аның формасына тотрыклылык биргән күзәнәк стенкасы булганлыктан, бүленгәндә, бала күзәнәкләр арасында бүлге ясала, ә андый стенкасы булмаган хайван күзәнәге тарткы ясап бүленә.

Гөмбә күзәнәкләренең үзенчәлекләре. Әле күптән түгел генә гөмбәләрне үсемлекләргә кертәләр иде, ләкин хәзер гаять үзенчәлекле һәм төрләр саны буенча зур төркем булып торган бу тереклек ияләрен аерым патшалыкка кертәләр. Гөмбәләр, хайваннар кебек үк, — гетеротрофлар, әзер органик матдәләр белән тукланалар. Алар ***сапротрофлар*** да була ала, болары үлгән тереклек ияләре органикасы белән туклана. ***Паразит*** формаларының азык чыганагы — тере органика. ***Симбионтлар*** булганда, алар югары төзелешле үсемлекләр белән үзара файдалы бәйләнештә тора. Гөмбәләрнең пластидлары һәм хлорофилы булмый. Аларның «ерткыч» формалары да очрый; андыйлар туфракта ябышкак элмәкләр хасил итә, һәм шуларда вак йомры суалчаннар чуалып бетә. Шуннан соң гөмбәлек күзәнәкләре суалчан эченә үтеп керә, тармаклана һәм аның эчен суыра. Гөмбәләр күзәнәкләрендә дә, үсемлекләрдәге кебек үк, плазматик мембрананы күзәнәк стенкасы каплап тора. Гөмбәләрнең күзәнәк стенкасы составына еш кына хитин — буынтыгаяклыларда тышкы япмаларын хасил иткән матдә керә. Гөмбә күзәнәкләрендә запас туклыклы матдә, үсемлекләрдәге кебек, крахмал түгел, ә бәлки, хайваннардагы кебек, — гликоген. Гөмбәнең тәнен бер рәткә тезелгән күзәнәкләрдән торган җепсыман структуралар — ***гифлар*** барлыкка китерә. Кайбер гөмбәләрнең күзәнәкләр арасындагы бүлгеләре югала, һәм күп төшле бер гигант күзәнәктән торган гөмбәлек барлыкка килә. Гөмбәләр актив хәрәкәтләнергә сәләтле түгел, аның каравы чиксез үсә алалар — бу билгеләр гөмбәләрне үсемлекләр белән берләштерә. Гөмбәләрнең үрчү ысуллары күптөрле. Алар җенессез

юл белән дә (гөмбәлек өлешләре, споралар белән), шулай ук җенси юл белән дә үрчи ала.

Шулай итеп, гөмбәләрне 100 меңнән артык төрне берләштергән мөстәкыйль патшалыкка аеру үзен, һичшиксез, аклый. Гөмбәләрнең башлангычы хлорофилын югалткан иң борынгы җепсыман суүсемнәргә, ягъни үсемлекләргә, яисә безгә билгесез иң борынгы гетеротрофларга, ягъни хайваннарга барып тоташа.

Сапротрофлар. Паразитлар. Симбионтлар. Гифлар.

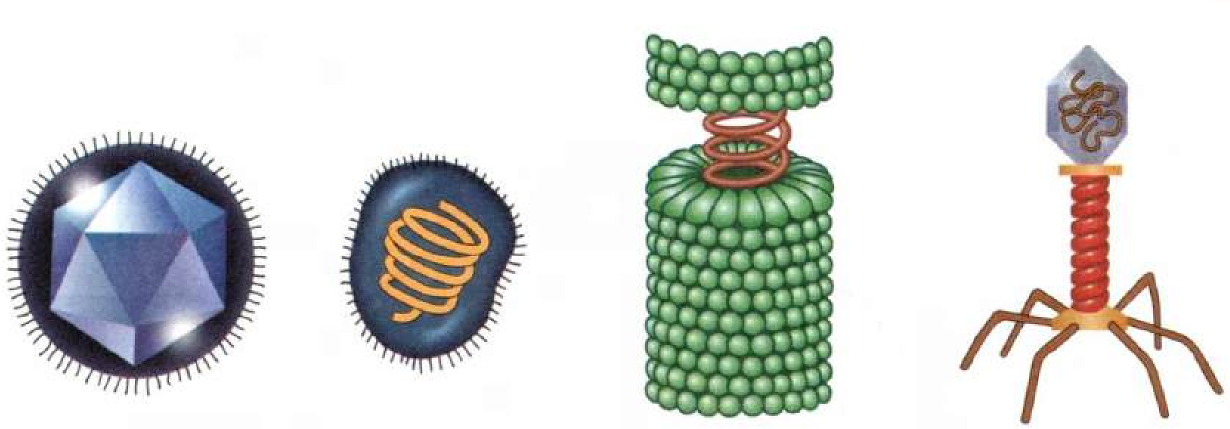
1. Үсемлек күзәнәге хайван күзәнәгеннән нәрсә белән аерыла?
2. Үсемлек һәм хайван күзәнәкләренең бүленүендә нинди аерымлыклар бар?
3. Ни өчен гөмбәләрне мөстәкыйль патшалыкка аералар?
4. Гөмбәләрне үсемлекләр һәм хайваннар белән чагыштырып, аларның төзелешендә, тереклек эшчәнлегендә нинди охшашлык һәм аерымлыкларны күрсәтергә мөмкин?
5. Нинди билгеләренә нигезләнеп барлык эукариотларның борынгы бабалары уртак булган дип фаразлап була?

§ 20 Тереклекнең күзәнәксез формалары. Вируслар һәм бактериофаглар

1. Башка тере организмнардан вируслар нәрсә белән аерыла?
2. Вируслар нинди авырулар китереп чыгарырга мөмкин?

Вирусларның ачылу тарихы. Әйткәнебезчә, күзәнәк Җирдәге тереклекнең универсаль берәмлеге булып тора. Ләкин XIX һәм XX гасырлар чикләрендә үсемлекләр, хайваннар һәм бактерияләрнең күпләгән авырулары барлыгы беленә һәм аларны кузгатучыларның күзәнәксез табигатьле булулары ачыклана. Алар бик кечкенә һәм хәтта иң кечкенә күзәнәкләрне дә тоткарлап кала алган үтә вак фильтрлар аша уза. Аларның вируслар булуы ачыклана.

Вирусларның төзелеше. Вирус кисәкчекләре — кабатланулы элементлардан төзелгән үтә вак (20—300 нм) симметрияле структуралар. Һәрбер вирус ул — аксым тышча (бу — ***капсид*** дип атала) белән капланган нуклеин кислотасы (ДНК яки РНК) кисәкчеге (38 нче рәсем). Вируслар мөстәкыйль яши алмый: алар тереклек үзлекләрен, күзәнәккә үтеп кергәннән соң, үз ихтыяҗлары өчен күзәнәкнең



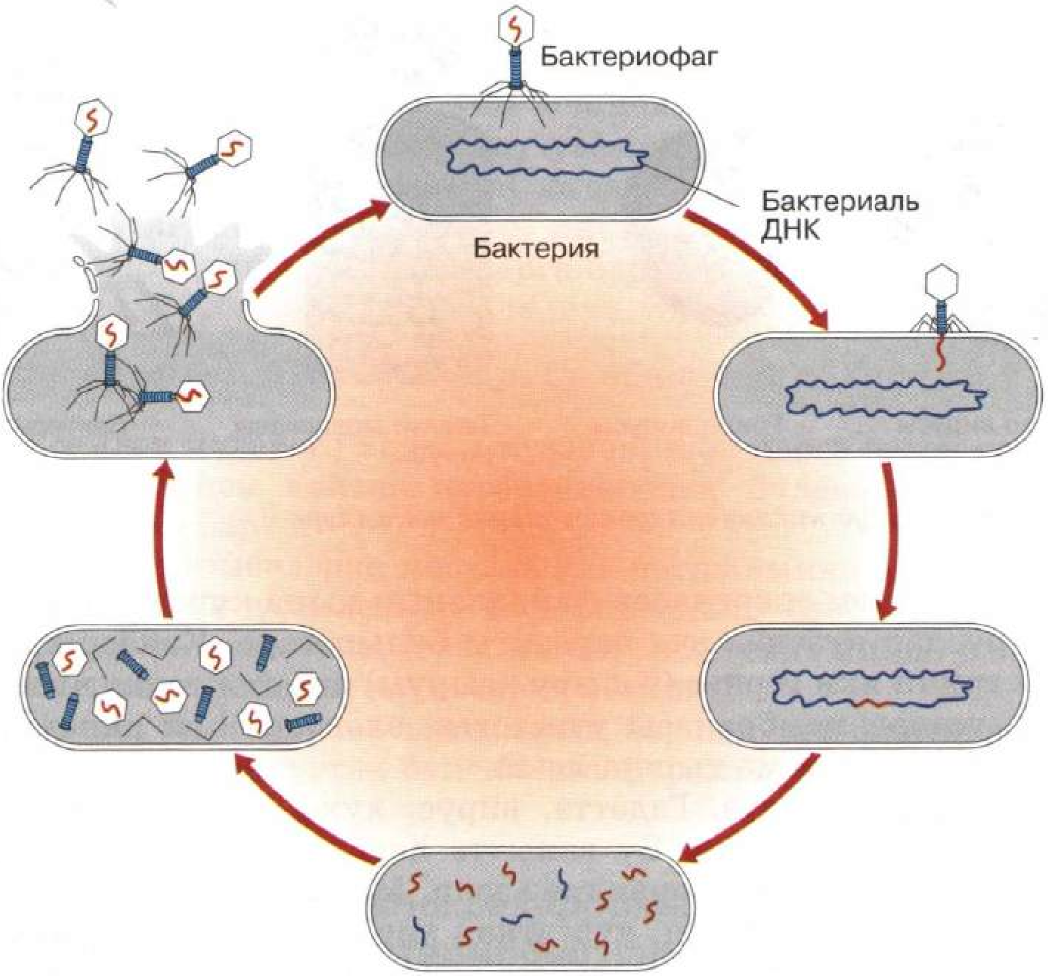
Герпес вирусы Грипп вирусы Тәмәке мозаикасы вирусы Бактериофаг

38 нче рәсем. *Вирус кисәкчекләренең төрле вәкилләре*

структурасын һәм энергиясен файдаланып кына күрсәтә ала. Шулай итеп, вируслар күзәнәк эче паразиты булып тора. Кайбер вируслар, мәсәлән грипп яки герпес (чабыру авыруы) вирусы, хуҗа күзәнәктән чыгып, күзәнәк мембранасы участогын эләктерә һәм аннан үзенең капсиды өстенә өстәмә тышча ясый.

Вирусларның үрчүе. Гадәттә, вирус, хуҗа күзәнәкнең өслегенә утырып, аның эченә үтә. Бу вакытта һәрбер вирус «үз» хуҗасын, ягъни төгәл билгеле бер төрне генә эзли. Мәсәлән, гепатитны, башкача әйткәндә сары авыруын, кузгаткан вирус — бавыр күзәнәкләренә генә, ә эпидемик паротит (халыкта таралган исеме — свинка — колак арты шеше) вирусы фәкать кешенең колак арты селәгәй бизләре күзәнәкләренә генә үтеп керә һәм үрчи. Хуҗа күзәнәк эченә үтеп, вирус ДНКсы яки РНКсы хуҗа генетик аппараты белән шундый бәйләнешкә керә: күзәнәк, үзе дә теләмәстән, вирусның нуклеин кислотасында кодлашкан специфик аксымнарны синтезлый башлый. Нуклеин кислотасы шулай ук репликацияләнә (күчермәсен бирә), һәм күзәнәкнең цитоплазмасында яңа вирус кисәкчекләре җыела башлый. Вируслар белән йогышланган күзәнәк чын мәгънәсендә «шартларга» мөмкин, аннан күп санлы вирус кисәкчекләре чыга, ләкин кайчак вируслар күзәнәктән акрынлап, берәрләп кенә чыга, һәм йогышланган күзәнәк озак яши.

Кеше иммунодефициты вирусы (ВИЧ) белән йогышланганда, вирус РНКсы үзлегеннән күзәнәк РНКсы белән бергә яңара. Бу вакытта кешенең авыруы күпмедер вакыт беленми. Ләкин соңыннан вирус активлаша, һәм үлемгә китерә торган авыру — СПИД (синдром приобретённого иммунодефицита — барлыкка килгән иммунодефицит синдромы) башлана. Кешедә күп санлы авыруларны: чәчәк, кызамык, грипп, кызылчаны һ.б.ны вируслар кузгата. Үсемлекләрнең дә



39 нчы рәсем. *Вирусларның үрчү схемасы*

вируслы байтак авырулары билгеле, мәсәлән тәмәке, томат, кыяр мозаикасы яки бәрәңге яфракларының бөтерелүе. Умырткалы хайваннар күзәнәкләрен зарарлый торган вирусларның якынча 500 төре, үсемлек вирусларының 300 гә якын төре тасвирланган. Кайбер вируслар күзәнәкләрнең яман шеш барлыкка китереп үзгәрүендә катнаша һәм шуның белән онкология (яман шеш) авыруларына сәбәп була.

Бактериофаглар. Вирусларның үзенә бертөрле төркемен ***бактериофаглар***, яки бактерия күзәнәген зарарлый торган фаглар тәшкил итә (39 нчы рәсем). Фаг үзенең махсус «аяклары» ярдәмендә бактерия өслегенә берегә һәм, аның цитоплазмасына куыш көпшәчеген кертеп, күзәнәк эченә, шприцтан җибәргән кебек, үзенең ДНК яки РНКсын этә. Шулай итеп, фагның генетик материалы бактериаль күзәнәккә эләгә, ә капсиды тышта кала. Цитоплазмада фагның генетик материал репликациясе, аның аксымнары синтезы, капсид төзү һәм яңа фаглар җыелу башлана. Инде йогышланганнан соң 10 минут узуга, бактериядә яңа фаглар формалаша, ә ярты сәгатьтән

бактериаль күзәнәк таркала, аннан 200 гә якын формалашкан вируслар — башка бактериаль күзәнәкләрне йогышландырырга сәләтле фаглар чыга. Кайбер фаглар авыру кузгата торган бактерияләргә, мәсәлән, холерага, дизентериягә, корсак тифына каршы көрәшү өчен файдаланыла.

Капсид. Бактериофаг.

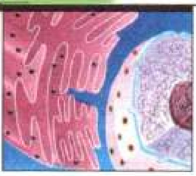
1. **Вирусларны тереклекнең аерым формасы дип санарга ярыймы?**
2. **Вирусларның төзелеше нинди? Алар башка тере организмнардан нәрсә белән аерыла?**
3. **Вируслар ничек үрчи?**
4. **Нинди вируслар бактериофаглар дип атала?**
5. **Вирусларның килеп чыгуы турында нинди күзаллаулар тәкъдим итәргә мөмкин?**

Вирус геномының күчермәсен биргәндә, кайчак аңа хуҗа геномының да берникадәр өлеше эләгә (ул вирус ДНКсы һәм РНКсы репликациясенең үзенә бертөрле механизмы белән бәйле). Бу вакытта башка күзәнәкләрне йогышлаганда үзгәргән вируслар аларга алдагы хуҗа күзәнәкнең дә геннарын алып килә. Шулай итеп, кайбер вируслар геннарны бер күзәнәктән икенче күзәнәккә күчерергә сәләтле. Вирусларның геннар инженериясендә еш файдаланулы әнә шуның белән аңлатыла.

Вирусларның килеп чыгуы әлегә кадәр сер булып кала. Ләкин аларның күзәнәк эче паразитлары булуы һәм күзәнәктән тышта тереклек үзлекләренә ия булмавы бу организмнарның ерак бабалары паразит прокариотлар булганнар дип, ә аннары, яшәү рәвешенә бәйле рәвештә, генетик аппараттан кала, барлык системаларын югалтканнар дип фаразларга мөмкинлек бирә.

Үсемлекләрдә вирусны авыруларны өйрәнгәннән соң, 1895 елда Голландия ботанигы Мартин Бейеринк *вирус* (лат. virus — агу) атамасын тәкъдим итә.

§ 21 Күзәнәктә матдәләр һәм энергия алмашы



1. **Матдәләр алмашының ике төп процессы ничек дип атала?**
2. **Нәрсә ул метаболизм?**
3. **Нәрсә ул биологик катализатор?**
4. **Нәрсә ул ферментлар? Алар нинди функция башкара?**

Гомеостаз. Теләсә нинди тере күзәнәктә гаять катлаулы химик һәм физик реакцияләр бара, алар тышкы факторларның даими үзгәрүчән йогынтысын тоеп яшәгән күп күзәнәкле организмда һәм аның

аерым күзәнәгендә эчке тирәлек шартларының даимилеген тәэмин итү өчен кирәк. Биологик системаларның эчке тирәлегендәге даимилек ***гомеостаз*** дип атала. Әгәр гомеостаз бозылса, күзәнәк һәм бербөтен организм үзе дә зарарлана яки хәтта үләргә дә мөмкин. Күзәнәктә барган барлык реакцияләр гомеостазны саклауга юнәлтелгән. Ә моның өчен матдәләр һәм энергия кирәк. Шулай итеп, күзәнәк кирәкле матдәләр синтезының катлаулы һәм күптөрле реакцияләрен һәм, киресенчә, кирәксез матдәләрнең таркалу, шулай ук энергиягә әверелү реакцияләрен тормышка ашыра. Күзәнәк читтән кергән аксымнарны, майлар, углеводлар, витаминнар һәм микроэлементларны үзенә кирәкле матдәләрне синтезлау һәм күзәнәк структураларын төзү өчен файдалана. Бу процесслар өчен энергия тотыла. Матдәләр биосинтезы реакцияләренең барлык җыелмасы һәм алга таба аларның тагын да эрерәк структураларга җыелуы *ассимиляция*, яки *анаболизм* дип атала. Бу реакцияләр җыелмасының тагын бер исеме — ***пластик алмашу***. Үсештәге организмның үсә торган күзәнәкләрендә ассимиляция процесслары аеруча интенсив бара. Мондый процессларның иң әһәмиятле мисалы булып аксым биосинтезы хезмәт итә.

Ассимиляция барсын өчен, күзәнәк энергияне ничек ала соң? Күзәнәктә йә азык белән кергән, йә «авыр көннәр»гә тупланып торган органик матдәләр өзлексез таркала. Бу молекулалар таркалганда, энергия аерылып чыга, аның бер өлеше җылылык белән сибелеп югала, ә икенче өлеше АТФ молекуласы рәвешендә саклана. Таләп ителгәндә, АТФ энергиясе күзәнәкнең энергетик функциясе өчен, атап әйткәндә, ассимиляция процессларын тәэмин итү өчен тотыла. Энергия аерылып чыгу һәм аның запаска тупланышы белән барган матдәләр таркалу реакцияләренең җыелмасы *диссимиляция*, яки *катаболизм* дип атала. Бу реакцияләрнең тагын бер исеме — ***энергетик алмашу***.

Метаболизм. Ассимиляция һәм диссимиляция — капма-каршы ике процесс: беренче очракта матдәләр барлыкка килә, моның өчен энергия тотыла, ә икенчесендә матдәләр таркала, бу вакытта энергия аерылып чыга һәм запас булып туплана. Бу процесслар берберсеннән башка була алмый, чөнки органик матдәләр синтезланмаса һәм тупланмаса, таркалырга әйбере дә булмый. Әгәр инде таркалу реакцияләре тукталса, АТФ синтезланмый, бу, энергия җитешмәү аркасында, матдәләр синтезының тукталуына китерә. Шулай итеп, ассимиляция һәм диссимиляция ул — күзәнәктә матдәләр һәм энергия алмашу белән барган бердәм процессның ике ягы, ул ***метаболизм*** дип атала. Ассимиляция һәм диссимиляция һәрвакыт төгәл балансланган һәм үзара килешенгән була, әлеге балансның бозылуы

һәрвакыт аерым күзәнәкнең генә түгел, бербөтен организмның да нинди дә булса авыруына яки хәтта үлеменә китерә.

Тере күзәнәктә метаболизм реакцияләре уртача температурада, нормаль басымда, кислоталылык аз үзгәргәндә бара. Тере организмнан читтә андый шартларда ассимиляция һәм диссимиляциянең барлык химик реакцияләре йә, гомумән, бара алмас, йә бик акрын барыр иде. Ләкин тере организмнарда әлеге реакцияләр бик тиз бара. Бу аларда ***ферментлар*** катнашуы белән аңлатыла.

Ферментларның активлыгы бик югары булганлыктан, метаболизм процессларының нормаль тизлеген тәэмин итү өчен, фермент молекулалары бик аз микъдарда таләп ителә. Ферментлар сайлап кына тәэсир иткәнлектән, күзәнәккә аларның төрләре күп булу кирәк. Мәсәлән, амилаза ферменты авыз эчендә крахмал таркалуын катализлый: бу ферменттан башка, реакция бармый. Уреаза ферменты мочевинаның аммиак һәм карбонат кислотасына кадәр таркалуын катализлый, ләкин мочевинага якын башка кушылмаларга тәэсир итми.

Гомеостаз. Пластик алмашу. Энергетик алмашу. Метаболизм. Фермент.

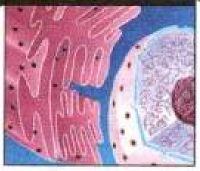
1. Нәрсә ул гомеостаз?
2. Пластик һәм энергетик алмашу үзара ничек бәйләнгән?
3. Метаболизмда ферментлар нинди әһәмияткә ия?
4. Ферментларның химик табигате нинди? Аларның реакциядә катнашуларында нинди специфик үзенчәлекләр бар?

Ферментның актив үзәгенең формасы һәм химик төзелеше шундый булуы мөһим: аның белән бу ферментның *субстраты* дип аталган билгеле бер кушылма гына бәйләнешкә керә алырга тиеш. Мәсәлән, селәгәй, күз яше, тышкы сулыш юлларының лайлалы тышчасы составындагы лизоцим ферментының актив үзәге ярык формасында, ул формасы һәм зурлыгы белән бактерия тышчасының полисахаридына — муреин фрагментына — төгәл туры килә. Шул рәвешчә, лизоцим, бактерияләрнең муреинлы күзәнәк стенкасын таркатып һәм аларны үтереп, организмыбызны саклый торган барьерларның берсе булып тора.

Ферментлар сәнәгатьнең төрле тармакларында киң кулланыла. Мәсәлән, кугәрек гөмбәләреннән аерып алынган амилазаны сыра ясауда файдаланалар.

Көн җитештерүдә, тирене йоннан чистарту һәм йомшарту өчен, бактерияләрдән, үсемлекләр һәм гөмбәләрдән аерып алынган ферментларны кулланалар. Ферментатив препаратлар икмәк-булка җитештерү эшен тизләтү һәм чыгымнарны киметү мөмкинлеген бирә.

§ 22 Күзәнәктә энергетик алмашу



1. АТФның химик табигате нинди?
2. Нинди химик бәйләнешләр макроэргик дип атала?
3. Нинди күзәнәкләрдә АТФ барыннан да күбрәк?

Диссимиляция. Барлык күзәнәкләрдә универсаль энергия чыганагы булып АТФ (аденозинтрифосфат) хезмәт итә. Бу матдә ***фосфориллау*** реакциясе, ягъни АДФ (аденозиндифосфат) молекуласына фосфат кислотасының бер калдыгы кушылу реакциясе нәтиҗәсендә синтезлана:

$$АДФ + H_3PO_4 + 40 \text{ кДж} = АТФ + H_2O.$$

Бу реакциягә энергия тотыла, һәм хәзер әлеге энергия АТФның химик бәйләнешләре энергиясе формасында була. Белгәнегезчә, АТФ АДФка кадәр таркалганда, күзәнәк АТФ молекуласындагы макроэргик бәйләнеш исәбенә якынча 40 кДж энергия ала.

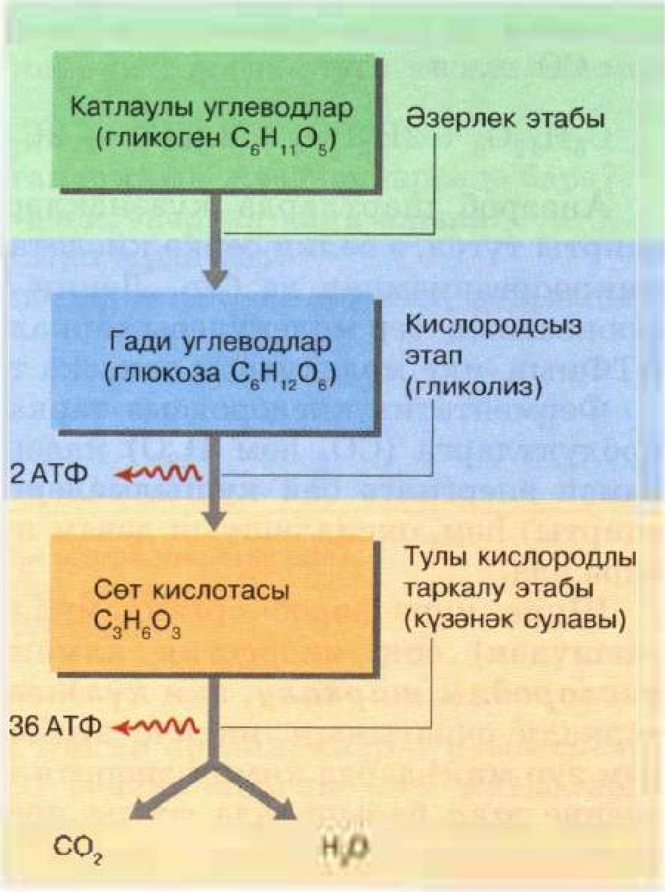
АДФтан АТФ синтезлану өчен, энергия каян килә соң? Ул диссимиляция процессында, ягъни күзәнәктә органик матдәләр таркалу реакцияләрендә аерылып чыга. Организмның үзенчәлегенә һәм аның яшәү тирәлегенә бәйле рәвештә, диссимиляция ике яки өч этапта узарга мөмкин.

Энергетик алмашу этаплары. Җирдә яшәүче тереклек ияләренең күпчелеге — *аэроблар*, ягъни матдәләр алмашы процессларында әйләнә-тирәдәге кислородны файдаланалар. Аэробларның энергетик алмашуы өч этапта уза: *әзерлек этабы, кислородсыз* һәм *кислородлы этаплар.* Нәтиҗәдә органик матдәләр иң гади неорганик матдәләргә кадәр таркала. Кислородсыз тирәлектә яшәгән һәм кислородка ихтыяҗы булмаган организмнарда — *анаэробларда*, шулай ук аэробларда, кислород җитмәгәндә, диссимиляция ике этапта: *әзерлек этабында* һәм *кислородсыз этапта* уза. Ике этаплы энергетик алмашуда өч этаплыдагыга караганда энергия шактый кимрәк туплана.

Энергетик алмашуның өч этабын тулырак тикшерик (40 нчы рәсем). Беренче баскыч ***әзерлек этабы*** дип атала һәм эре органик молекулаларның гади матдәләргә кадәр таркалуыннан гыйбарәт: полисахаридлар — моносахаридларга, липидлар — глицеринга һәм май кислоталарына, аксымнар аминокислоталарга таркала. Күзәнәк эчендә органик матдәләрнең таркалуы байтак ферментлар катнашында лизосомаларда бара. Бу реакцияләр барышында энергия аз аерылып чыга, һәм ул АТФ рәвешендә тупланмый, ә бәлки җылылык

булып тарала. Әзерлек этабында барлыкка килгән кушылмалар (моносахаридлар, май кислоталары, аминокислоталар һ.б.) күзәнәктә пластик алмашу реакцияләрендә, шулай ук энергия алу өчен таркалуны дәвам иттерүдә файдаланыла.

Энергетик алмашының ***кислородсыз*** икенче этабы әзерлек этабында алынган органик матдәләрнең ферментатив таркалуыннан гыйбарәт. Бу этапның реакцияләрендә кислород катнашмый.



40 нчы рәсем. *Энергетик алмашу процесслары схемасы*

Күзәнәктә, энергия чыганагы буларак, күбесенчә полисахаридлар таркалу продукты — глюкоза булганлыктан, икенче этапны без нәкъ менә аның кислородсыз таркалуы — гликолиз мисалында тикшерербез.

Гликолиз ул — 6 углерод атомыннан торган ($C_6H_{12}O_6$) глюкоза молекуласының, өч углеродлы пировиноград кислотасының, яки ПВКның ($C_3H_4O_3$), ике молекуласы хасил булганчы, кислородсыз таркалуы белән барган күп баскычлы процесс. Гликолиз реакцияләрен күп ферментлар катализлый, һәм алар күзәнәк цитоплазмасында уза. Гликолиз барышында 1М глюкоза таркалганда, 200 кДж энергия аерылып чыга, ләкин аның 60% ы җылылык рәвешендә тарала. Калган 40% энергия ике молекула АДФтан ике молекула АТФ синтезлану өчен җитә. Хайваннар, шулай ук күп кенә гөмбәләр һәм микроорганизмнар күзәнәгендә хасил булган пировиноград кислотасы сөт кислотасына ($C_3H_6O_3$) әверелә:

$$C_6H_{12}O_6 + 2H_3PO_4 + 2АДФ \rightarrow 2C_3H_6O_3 + 2АТФ + 2H_2O.$$

Күпчелек үсемлек күзәнәкләрендә, шулай ук кайбер гөмбәләрдә (мәсәлән, чүпрә гөмбәчегендә) гликолиз урынына ***спиртлы әчешү***

процессы бара: анаэроб шартларда глюкоза молекуласы этил спирты һәм CO_2 хасил итә:

$$C_6H_{12}O_6 + 2H_3PO_4 + 2АДФ \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 2АТФ + 2H_2O.$$

Анаэроб шартларда күзәнәкләрендә сөт кислотасы һәм этил спирты түгел, ә бәлки серкә кислотасы яки ацетон һ.б. хасил булган микроорганизмнар да бар. Ләкин бу очракларның барысында да глюкозаның бер молекуласы таркалганда, нәкъ гликолиздагы кебек, АТФның ике молекуласы запаска туплана.

Ферментатив кислородсыз таркалу нәтиҗәсендә, глюкоза соңгы продуктларга (CO_2 һәм H_2O) кадәр таркалып бетми, ә бәлки әле һаман энергиягә бай кушылмаларга таркала (сөт кислотасы, этил спирты) һәм, оксидлашуын дәвам итеп, шактый микъдарда энергия бирә ала.

Шуңа күрә аэроб организмнарда гликолиздан (яки спиртлы әчешүдән) соң энергетик алмашуның азаккы этабы — ***тулы кислородлы таркалу***, яки ***күзәнәк сулавы*** башлана. Кислородсыз таркалу очрагының икенче этабы барышында барлыкка килгән һәм зур микъдарда химик энергия туплаган органик матдәләр әлеге өченче этап барышында соңгы продуктларга кадәр (CO_2 һәм H_2O) оксидлашалар. Бу процесс, гликолиз кебек үк, күп баскычлы, ләкин ул цитоплазмада түгел, ә митохондрияләрдә бара. Күзәнәк сулавы нәтиҗәсендә ике молекула сөт кислотасы таркалганда, 36 молекула АТФ синтезлана:

$$2C_3H_6O_3 + 6O_2 + 36АДФ + 36H_3PO_4 \rightarrow 6CO_2 + 42H_2O + 36АТФ.$$

Моннан тыш, глюкозаның һәр молекуласы кислородсыз таркалган вакытта, ике молекула АТФның запаска туплануын истә тотарга кирәк.

Шулай итеп, глюкоза таркалу очрагында күзәнәкләрнең энергетик алмашуын суммар рәвештә болай күзалларга мөмкин:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 38АДФ + 38H_3PO_4 \rightarrow 6CO_2 + 44H_2O + 38АТФ.$$

Энергетик алмашу өчен (ягъни АТФ хәлендә энергия алу өчен), күпчелек организмнар углеводларны файдалана, ләкин бу максатларда липидларның да, аксымнарның да оксидлашуын файдаланырга мөмкин. Шулай да аксым мономерлары, яки аминокислоталар, күзәнәккә үз аксым структураларын синтезлау өчен бик кирәк. Менә ни өчен аксымнар, гадәттә, күзәнәкнең «тотылмый торган запас»ы булып саклана һәм энергия алу өчен сирәк тотыла.

Фосфориллау. Әзерлек этабы. Кислородсыз этап (гликолиз, спиртлы әчешү). Тулы кислородлы таркалу, яки күзәнәк сулавы.

1. Спиртлы әчешү нинди организмның күзәнәкләрендә бара?
2. АДФтан АТФ синтезлану өчен, энергия каян алына?
3. Энергетик алмашу нинди этапларда уза?
4. Аэроблар һәм анаэробларда энергетик алмашуның аерымлыклары нәрсәдә?

§ 23 Күзәнәк туклануы

1. Сезгә тукلануның нинди ысуллары билгеле?
2. Фототрофларга мисаллар китерегез.
3. Гетеротрофлар ничек туклана?

Туклану ысуллары. Җирдә яши торган организмнар — *ачык системалар,* ягъни алар әйләнә-тирә белән энергия һәм матдәләрне туктаусыз алмашып торалар. Энергия һәр күзәнәккә кирәк, чөнки анда матдәләр әверелешенең күп санлы реакцияләре барганда һәм пластик алмашу (органоидлар ясалу, бүленү, туклыклы матдәләр туплану һ.б.) өчен кирәкле продуктлар синтезланганда, энергия тотыла. Башкача әйткәндә, күзәнәккә энергия ассимиляция процесслары өчен кирәк. Ләкин «күзәнәкне төзү» өчен, энергиядән тыш, «төзелеш материаллары» булу да мөһим. Шуңа күрә күзәнәккә читтән кергән матдәләрнең шактый өлеше энергия алу өчен түгел, ә күзәнәк структураларын төзү һәм яңарту өчен файдаланыла.

Организмга азык матдәләре керүен, кайнатылуын, сеңдерелүен һәм үзләштерелүен үз эченә алган процесслар җыелмасын ***туклану*** дип атыйлар. Туклану процессында организмнар үзләренә тереклек эшчәнлеге өчен кирәкле химик кушылмаларны алалар. Органик матдәләрне алу ысулы, ягъни туклану ысулы буенча, барлык тере организмнар автотрофларга һәм гетеротрофларга бүленә.

Әйләнә-тирәдән CO_2 хәлендә углерод, су һәм минераль тозлар алып, ***автотрофлар*** үзләренә кирәкле органик матдәләрне үзләре синтезларга сәләтле. Кайбер автотрофларга биосинтез реакцияләре өчен энергия чыганагы булып кояш яктысы хезмәт итә; андый организмнар *фототрофлар,* яки *фотосинтетиклар* дип атала. Икенче бер автотрофлар органик матдәләр синтезы өчен неорганик

кушылмаларның химик әверелешләре барышында аерылып чыккан энергияне файдалана. Аларны *хемотрофлар,* яки *хемосинтетиклар* дип атыйлар. Фототрофларга хлорофиллы яшел үсемлекләр күзәнәкләре һәм фотосинтезга сәләтле бактерияләр (мәсәлән, цианобактерияләр), ә хемотрофларга башка кайбер бактерияләр керә.

Гетеротрофлар тереклек эшчәнлеге өчен кирәкле органик матдәләрнең бөтен җыелмасын үзләре синтезлый алмый. Шуңа күрә организмга кирәкле кушылмаларны алар әйләнә-тирәдән ала. Аннары алынган бу матдәләрдән үз аксымнарын, липид һәм углеводларын төзи. Гетеротрофларга хайваннар, гөмбәләр һәм күп кенә бактерияләр керә. Моннан тыш, үсемлекнең фотосинтезга сәләтсез күзәнәкләре (мәсәлән, тамыр күзәнәкләре) шулай ук гетеротроф туклана, чөнки алар органик матдәләрне яшел үсемлекнең башка органнарыннан алалар.

Туклануның ике ысулыннан да файдаланырга сәләтле организмнар да бар, мәсәлән яшел эвглена. Ботаниклар аны бер күзәнәкле яшел суүсемнәргә, ә зоологлар камчылы иң түбән төзелешлеләргә кертә. Тегеләре дә, болары да үзенчә хаклы, чөнки яктыда бу организм — фототроф, ә караңгыда — гетеротроф. Кайбер үсемлекләр, мәсәлән чебенчел яки чыклы үлән, бөҗәкләр аулап, аларны кайнатып, азот кытлыгын тулыландырырга сәләтле, икенчеләре өлешчә паразитлыкка күчкән, фотосинтездан тыш, органик матдәләрне хуҗа организмыннан үзенә бертөрле үзгәргән тамырлар ярдәмендә ала (чыпчык җилеме, Пётр хаҗы, чормавык).

Авто- яки гетеротроф юллар белән кергән органик матдәләр күзәнәктә барган процессларны энергия белән турыдан-туры тәэмин итә алмый. Бу матдәләрнең химик бәйләнешләре энергиясе исәбенә башта барлык тереклек ияләре өчен дә универсаль энергия чыганагы булган АТФ тайпылышсыз синтезлана.

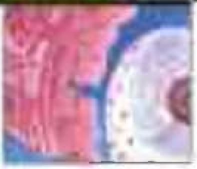
Туклану. Автотрофлар. Гетеротрофлар.

1. Нинди организмнар гетеротрофлар дип атала?
2. Җирдә нинди организмнар кояш яктысы энергиясенә бөтенләй бәйле түгел?

Җирдә беренче килеп чыккан организмнар автотрофлар булганмы, әллә гетеротрофлармы, моңа төгәл генә җавап бирү авыр. Хәзерге лишайникларга охшаган симбионт организм килеп чыгуы турында гипотеза да бар: аның бериш күзәнәкләре — автотрофлар, ә икенчеләре гетеротрофлар булган, һәм алар бер бик гади организмда үзара ярдәм итешеп яшәгәннәр. Хәзерге шартларда Җирдәге

барлык тереклек ияләре өчен (кайбер хемосинтетиклардан тыш) беренчел энергия булып кояш энергиясе хезмәт итә. Гетеротрофлар исә яшел үсемлекләр тарафыннан фотосинтез процессында җитештерелгән органик матдәләргә турыдан-туры бәйләнгән. Хайваннар, үсемлек азык белән тукланып, кояш яктысы исәбенә синтезланган аксымнарны, липидлар һәм углеводларны турыдан-туры ала. Йорт хайваннарының ите шулай ук үсемлек азык белән кергән молекулалардан тора. Шуңа күрә кеше организмына да ит продуктлары белән кояш энергиясе исәбенә барлыкка килгән молекулалар керә.

§ 24 Автотроф туклану. Фотосинтез



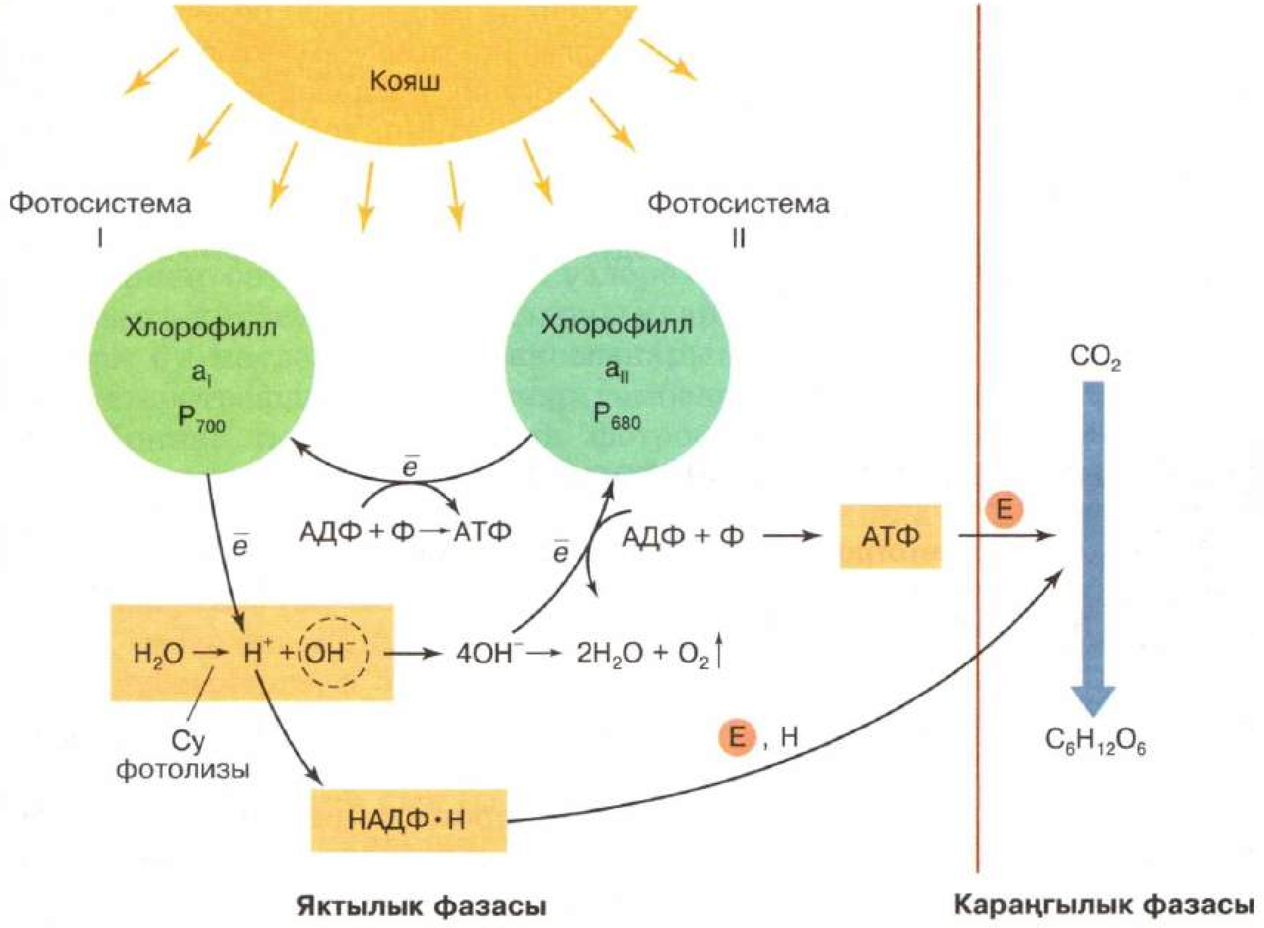
1. Сез автотроф туклануның нинди элементларын беләсез?
2. Күзәнәкнең фотосинтез барган органоидлары ничек атала?
3. Нәрсә ул ароморфоз?

Фотосинтез. Кояш — безнең планета өчен бетмәс-төкәнмәс энергия чыганагы. Архей эрасының иң әһәмиятле ароморфозы булып фотосинтез барлыкка килү исәпләнә. Бу процесс ярдәмендә тереклек ияләренең кайберләре, үзләренә кирәкле матдәләрне синтезлау өчен, кояш яктысы энергиясен файдаланырга «өйрәнә».

Яшел үсемлекләрнең фотосинтезга сәләтле органоидлары — хлоропластлар. Хлоропластларның структур һәм функциональ берәмлеге — *тилакоидлар* — багана булып *(граналарга)* өелгән кечкенә яссы мембрана капчыклары. Тилакоидларның мембраналарында хлорофилл молекуласыннан, шулай ук электроннарны күчерүчеләрдән — *цитохромнардан* торган үзенә бертөрле комплекслар урнаша. Хлорофилл үзенчәлекле химик структурага ия, бу аңа яктылык квантларын йотарга мөмкинлек бирә. Хлорофилл молекулаларының йотыла торган квантларны дулкын озынлыгы буенча таныган берничә төре була. Яктылык кисәкчекләрен төп «эләктерүчеләр» — a_I (йотыла торган квантларның дулкын озынлыгы 700 нм) һәм a_{II} (680 нм) хлорофиллары. Башка пигментлар ярдәмче ролен үти.

Фотосинтез ике фазада: *яктылык* һәм *караңгылык* фазаларында уза. Караңгылык фазасында барган органик матдәләр синтезы өчен кирәкле энергия яктылык фазасында туплана.

Яктылык фазасы. Үсемлекләрдә фотосинтезның яктылык фазасы процессында циклик булмаган фосфориллау һәм су фотолизы (41 нче рәсем) була. Реакцияләр хлоропластларның мембраналарында уза.



41 нче рәсем. *Үсемлекләрдә фотосинтез схемасы*

I фотосистема. a_I хлорофилы молекулалары дулкын озынлыгы **700 нм булган яктылыкны йота. Артык энергия алган электроннар су диссоциациясе реакцияләрендә катнаша ($H_2O = H^+ + OH^-$). Водород электроннары һәм ионнары НАДФ$^+$ (никотинамидадениндинуклеотидфосфат) белән реагирлаша:**

$$НАДФ^+ + 2\bar{e} + 2H^+ = НАДФ \cdot H + H^+.$$

Бу реакциядә алынган матдә НАДФ · Н караңгылык фазасы реакцияләрендә кайтаручы ролен үти.

Фотореакция исәбенә артык энергия алган электроннар катнашында барган процесс — суның H^+ һәм OH^- ка таркалуы — ***су фотолизы*** **дип атала.**

II фотосистема. a_{II} хлорофилы молекулалары дулкын озынлыгы **680 нм булган яктылыкны йота. Артык энергия алган электроннар, цитохромнар системасы буенча, a_I хлорофилы молекулаларына күчә һәм су фотолизы барышында башта водород ионнары белән**

бәйләнгән электроннар алып торган буш орбитальләргә кереп урнаша. (Электроннар цитохромнар чылбыры буйлап узганда, алар энергиясенең бер өлеше АТФ синтезы өчен файдаланыла.) Нәтиҗәдә a_{II} хлорофилы молекулаларында электроннар җитми башлый. Бу җитешмәгәнлекне шул ук су фотолизы барышында барлыкка килгән гидроксид-анионнар (OH^-) электроннары тулыландыра. Әлеге ионнар, a_{II} хлорофилы молекулаларына электроннарын биреп, гидроксид-радикалларга әверелә:

$$OH^- - \bar{e} = OH^{\cdot}$$

Гидроксид-радикал — гадәттән тыш тотрыксыз химик кушылма, шунлыктан ул, хасил булгач та, үзлегеннән суга әверелә, һәм үсемлектән тышкы тирәлеккә ирекле кислород бүленеп чыга:

$$4OH^{\cdot} = 2H_2O + O_2.$$

Шулай итеп, Җирдә яшәүче тере организмнарның шактый күпчелеге сулаган *кислород фотосинтезның су фотолизы нәтиҗәсендә барлыкка килгән иярчен продукты* булып тора. Фотосинтезның яктылык фазасында, караңгылык фазасы процессларында тотылу өчен, энергия туплана (НАДФ · Н һәм АТФ). Яктылык энергиясе исәбенә АДФтан АТФ синтезлану — бик нәтиҗәле процесс: бер үк вакыт эчендә хлоропластларда митохондрияләрдәгегә караганда 30 тапкыр күбрәк микъдарда АТФ барлыкка килә.

Караңгылык фазасы. Әгәр яктылык фазасы үсемлеккә яктылык төшкәндә генә барса, караңгылык фазасы реакцияләренә яктылык кирәкми. Бу реакцияләр хлоропластлар стромасында бара. Әлеге структураларга тилакоидлардан энергиягә бай матдәләр: НАДФ · Н һәм АТФ килә, һәм реакцияләр өчен шул энергия тотыла. Углерод чыганагы CO_2 не үсемлек һавадан үзенең авызчыклары аша ала. Караңгылык фазасы реакцияләрендә CO_2 глюкозага кадәр кайтарыла, бу процесс АТФ һәм НАДФ · Н молекулаларында тупланган энергия исәбенә бара. Фотосинтезның караңгылык фазасында CO_2 нең глюкозага әверелүе *Кальвин циклы* дип (бу күренешне беренче булып ачкан кеше исеме белән) йөртелә.

Фотосинтезның суммар тигезләмәләре һәм аерым реакцияләре 5 нче таблицада бирелә.

Фотосинтезның продуктлылыгы гаять югары: бер сәгатьтә 1 $м^2$ яфрак өслегендә 1 г га кадәр шикәр синтезлана; шулвакытта энергиянең бер өлеше җылылык булып тарала.

Үсемлекләр фотосинтез нәтиҗәсендә органик матдәләр туплый һәм атмосферада CO_2 һәм O_2 микъдарларының даимилеген тәэмин итә. Җирне чолгап алган һава тышчасының өске катлауларында

(15—20 км биеклектә) кислородтан озон барлыкка килә. Озонның химик формуласы O_3 була. Озон катлавы барлык тере организмнарны тереклек өчен куркыныч ультрашәмәхә нурлардан саклый.

5 нче таблица

Фотосинтезның суммар тигезләмәләре һәм аерым реакцияләре

Фотосинтезның гомуми формуласы	$12H_2O + 6CO_2 \xrightarrow{\text{якт. энергиясе}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$
Су фотолизы	$12H_2O \xrightarrow{\text{якт. энергиясе}} 6O_2 + 24\,H^+ + 24\bar{e}$
Кайтаручы хасил булу	$12НАДФ^+ + 24H^+ + 24\bar{e} \xrightarrow{\text{якт. энергиясе}} 12НАДФ \cdot H_2$
Фотофосфориллашу	$18АДФ + 18\,Ⓕ \xrightarrow{\text{якт. энергиясе}} 18АТФ$
Барлык яктылык фазасы реакцияләре бергә	$12H_2O + 12НАДФ^+ + 18\,АДФ + 18\,Ⓕ \xrightarrow{\text{якт. энергиясе}} 6O_2\uparrow + 12НАДФ \cdot H_2 + 18АТФ$
Барлык караңгылык фазасы реакцияләре	$6CO_2 + 12НАДФ \cdot H_2 + 18АТФ \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 12НАДФ^+ + 18АДФ + 18\,Ⓕ + 6H_2O$

Җирнең беренчел атмосферасы тереклек килеп чыгу чорында, күрәсең, азоттан, аммиак, метан, водородтан һәм су парларыннан торган, ләкин кислород булмаган. Океанда фотосинтезлый торган беренче прокариотлар, ә аннары эукариотик суүсемнәр күренгәч, атмосфера акрынлап кислородка туена башлаган. Атмосферада кислород микъдары хәзергенең 1% ына (Пастер ноктасына) җиткәндә, шул чор организмнарында, органик кушылмалар оксидлашу процесслары өчен кислород файдаланып, энергия алу мөмкинлеге туган. Шулай итеп, күзәнәк сулавы барлыкка килгән (90, 91 нче параграфларны карагыз), бу исә тереклек ияләренә кислородсыз процессларга караганда күп тапкыр күбрәк энергия биргән. Шулай «Бөек кислород революциясе» башланган. Сулыклар һәм коры җир өстен һәлакәтле ультрашәмәхә нурлардан саклый торган озон катлавын барлыкка китерү өчен җитәрлек кислород барлыкка килгән. Моңа кадәр, ультрашәмәхә нурлар тәэсиреннән саклану өчен, су төпләрендә генә яшәгән организмнар, яңа, файдалы энергетик процессларны үзләштереп, суның өске катламнарында тарала башлаган. Сулыкның өстен кояш ныграк яктыртканлыктан, фототрофларда

фотосинтез тизрәк барган. Тереклек ияләренең күзәнәк сулавына күчкән төрләрендә тереклек эшчәнлегенең барлык процесслары көчәйгән. Бу, мөгаен, прогрессив эволюциянең тизләнүенә булышлык иткәндер. Суда яшәгән төрләрнең саны күп тапкыр арткан. Күпмедер вакыттан соң ультрашәмәхә нурлардан атмосфераның озон катлавы белән ышанычлы сакланган беренче тереклек ияләре коры җиргә чыккан.

Галимнәр исәпләвенчә, Пастер ноктасы 600—700 млн ел элек, ягъни палеозой эрасының кембрий чоры башланганда үтелгән, ә коры җирне үзләштерү якынча 420 млн ел элек, шул ук эраның ордовик чоры азагында башланган.

Әйтелгәннәрдән күренгәнчә, хәзерге бөтен күптөрлелеге белән таң калдырган тереклек дөньясы кислородлы атмосфера барлыкка килүгә һәм гетеротроф организмнарның төп туклану чыганагы булган органик матдәләрнең гаять зур массасы туплануга китергән фотосинтез аркасында гына формалашкан.

Фотосинтезның яктылык һәм караңгылык фазалары. I фотосистема. II фотосистема.

1. «Бөек кислород революциясе»нең асылы нәрсәдә?
2. Фотосинтез процессында шикәр синтезлану өчен, углерод чыганагы булып нинди кушылма хезмәт итә?
3. Фотосинтезның яктылык фазасында нинди процесслар була? Алар хлоропластларның нинди структураларында бара?
4. Фотосинтезның караңгылык фазасында нинди процесслар була? Алар хлоропластларда кайда бара?

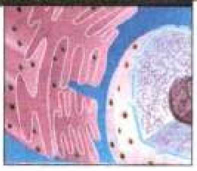
Фотосинтез процессында бер үсемлек кенә, хәтта бик зур булса да, әллә ни күп углевод барлыкка китерә алмый. Ләкин әгәр Җир йөзендәге барлык яшел үсемлекләр бер ел эчендә кояш яктысы энергиясен йотып туплавын исәпләсәк, шулкадәр микъдарда энергия җитештерү өчен 200 000 гидроэлектростанция кирәк булып чыгар иде. Һәм бу энергия ике квадрильон киловатт-сәгать тәшкил итәр иде. Җирдә тереклек үсешенең баштагы этапларында фотосинтез хәзерге вакытта яшел үсемлекләрдә баргандагыга караганда шактый гадирәк процесс булгандыр шикелле. Әле хәзергә кадәр кайбер фотосинтетик бактерияләрдә фотосинтезның яктылык фазасы булган циклик фосфориллауның «гадирәк вариант»ы күзәтелә. Бу вакытта яктылык кванты бактериаль хлорофиллның актив үзәгенә кергән магний ионы белән тәэсир итешә, һәм электроннарның берсе шул квант энергиясен ала, үз орбиталеннән чыга, һәм аны шунда ук цитохромнар эләктереп ала. Әлеге күчерүчеләр чылбыры буйлап электрон хлорофилл молекуласында «үз урынына» кабат кайта, ә артык энергия АДФтан АТФ синтезлану, ягъни фосфориллау

реакциясендә файдаланыла. Циклик фосфориллау, – күрәсең, фотосинтезның иң борынгы вариантыдыр.

Циклик фосфориллау өчен, бактерия кузәнәгендә I фотосистема булу җитә, шул ук вакытта яшел үсемлекләрдә фотосинтез процессы шактый катлаулырак һәм анда, I фотосистемадан тыш, II фотосистема да эшли.

XIX гасырда Юлиус Майер: «Яктылык ул – Җирдәге тереклек механизмнарын эшләтә торган мәңгегә тартылган пружина», – диган.

§ 25 Автотроф туклану. Хемосинтез



1. **Җирдә организмнарның нинди төрләре күбрәк: хемосинтетиклармы, әллә фотосинтетиклармы?**
2. **Хемосинтетиклар организмнарның нинди патшалыгына керә?**

Хемосинтез — автотроф туклану ысулы, туклануның бу төрендә органик матдәләр синтезы өчен энергия чыганагы булып неорганик кушылмалар хезмәт итә. Энергия алуның мондый варианты бактерияләр тарафыннан гына файдаланыла. Хемосинтез күренешен 1887 елда рус галиме *С. Н. Виноградов* ача. Хемотроф организмнарны берничә төркемгә аералар. ***Тимер бактерияләре*** ике валентлы тимерне өч валентлыга кадәр, ***күкерт бактерияләре*** сероводородны молекуляр күкерткә яки сульфат кислотасы тозларына кадәр оксидлаштыра. Хемосинтетикларның бик әһәмиятле төркемен ***нитрификацияләүче бактерияләр*** тәшкил итә. Алар органик матдәләр черегәндә барлыкка килгән аммиакны нитрит һәм нитрат кислоталарына кадәр оксидлаштыралар. Бу кислоталар, туфрактагы минераллар белән реакциягә кереп, нитрит һәм нитратлар хасил итә.

Шуны искәртергә кирәк: бактерияләр неорганик кушылмалар оксидлашу реакцияләрендә аерылып чыккан энергияне турыдан-туры ассимиляция процессларында файдалана алмый. Башта бу энергия АТФның макроэргик бәйләнешләренә күчерелә һәм аннары гына органик кушылмалар синтезына тотыла.

Хемосинтезларга сәләтле организмнар (мәсәлән, күкерт бактерияләре) океаннарда бик тирәндә, Җир кабыгы ярыкларыннан суга сероводород чыккан урыннарда гына яши ала. Әлбәттә, яктылык квантлары суга 10 ар км тирәнлеккә үтеп керә алмый. Шулай итеп, хемосинтетиклар — Җирдә кояш яктылыгы энергиясенә бәйсез бердәнбер организмнар.

Икенче яктан караганда, нитрификацияләүче бактерияләр тарафыннан файдаланылган аммиак туфракка үсемлек һәм хайван калдыклары черегәндә бүленеп чыга. Бу очракта хемосинтетикларның

тереклек эшчәнлеге читләтеп булса да кояш яктысына бәйле, чөнки аммиак Кояш энергиясе исәбенә барлыкка килгән органик кушылмалар таркалганда хасил була.

Хемосинтетикларның бөтен тереклек ияләре өчен роле гаять зур, чөнки алар әһәмиятле элементларның — күкерт, азот, тимер һ.б.ның — табигатьтәге әйләнешендә мәҗбүри буын булып торалар. Хемосинтетиклар шулай ук аммиак һәм сероводород кебек агулы матдәләрнең табигый үзләштерүчеләре сыйфатында алыштыргысыз. Нитрификация бактерияләренең әһәмияте әйтеп бетергесез, алар туфракны үсемлекләр тарафыннан азот хәлендә үзләштерелә торган нитритларга һәм нитратларга баета. Кайбер хемосинтетиклар (атап әйткәндә, күкерт бактерияләре) агып төшкән суларны чистарту өчен файдаланыла.

Хемосинтез. Тимер бактерияләре. Күкерт бактерияләре. Нитрификацияләүче бактерияләр.

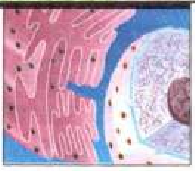
1. Авыл хуҗалыгы өчен аеруча нинди хемосинтетик бактерияләр әһәмиятле?
2. Хемосинтетик бактерияләр ешрак кайда тереклек итәләр?

Хемосинтезлаучы бактерияләрнең аерым төркеме, нефть компонентлары белән тукланып, сероводород бүлеп чыгарырга сәләтле, бу исә нефтьнең сыйфатын начарайта.

Күкерт бактерияләренең Кара диңгез төбенә якын катламнарда эрегән сероводородны күп микъдарда барлыкка китергән төрләре бар. Әгәр Кара диңгездә H_2S микъдары тагын да артса, андагы барча тереклек үләчәк.

Асфальт, кирпеч һәм мәрмәрдәге матдәләр белән тукланырга сәләтле бактерияләр төркеме булуы беленде. Андый бактерияләр юлларга һәм төзелешкә сизелерлек зыян китерергә мөмкин.

§ 26 Генетик код. Транскрипция. Күзәнәктә аксымнар синтезы



1. Аксымнар күзәнәктә нинди функцияләр үти?
2. Аксымнар нәрсәләрдән тора?

Генетик информация. Күзәнәктә ассимиляциянең иң әһәмиятле процессы булып аксымнар синтезы тора. Аксымнар организмда күпләгән функцияләр башкарганлыктан, аларның меңләгән төре

синтезланырга тиеш, бигрәк тә күпчелек аксымнарның эшләү срогы чикләнгән булу сәбәпле, мембрана компонентлары, гормоннар, ферментлар кебек аксымнар синтезы бер минутка да тукталмый. Мәсәлән, кеше организмында тәүлеккә 400 г чамасы төрле аксымнар таркала, димәк, бу массаның кабат синтезлануы мөһим.

Тереклек ияләренең һәрбер төрендә аксымнарның төгәл, билгеле бер җыелмасы була. Аксымнар һәр төрнең уникальлеген билгеләгән нигез булып тора, шулай да төрле организмнарда бер үк функцияне үтәгән кайбер аксымнар охшаш, хәтта бериш булырга мөмкин.

Икенчедән, бер төрнең барлык затлары аз гына булса да берберсеннән аерыла. Җирдә, мәсәлән, ике тамчы су кебек охшаш кешеләр яки бертөрле амёбалар юк. Һәр затның индивидуаль кабатланмаслыгын аксымнар структурасындагы аерымлыклар билгели.

Аксымнарның үзлекләрен иң элек аларның *беренчел структуралары*, ягъни аксым молекуласындагы аминокислоталар эзлеклелеге билгели. Аксымның беренчел структурасы турындагы информация ике чылбырлы ДНК молекулаларында нуклеотидларның урнашу эзлеклелегендә язылa. Димәк, һәр күзәнәкнеке кебек, күп күзәнәкле бербөтен организмның да төзелеше һәм тереклек эшчәнлеге турында информацияне тулаем ДНК нуклеотидлары йөртә. Бу — *генетик информация* дип, ә аерым аксымның беренчел структурасы турындагы информацияне йөрткән ДНК участогы *геном* дип атала.

Генетик код. Аксымның һәр аминокислотасына ДНК молекуласының бер-бер артлы урнашкан өч нуклеотиды эзлеклелеге — ***триплет***, яки ***кодон*** туры килә. Хәзерге вакытка *генетик код картасы* төзелгән, ягъни аксымнар составына кергән 20 аминокислотаның кайсына ДНКның нинди триплеты туры килүе беленгән (6 нчы таблица). Белгәнегезчә, ДНК составына дүрт азотлы нигез керергә мөмкин: аденин (А), гуанин (Г), тимин (Т) һәм цитозин (Ц). Һәрберсендә 3 әр нуклеотид булган 4 кодоннан 64 төрле комбинация $4^3 = 64$ төзергә мөмкин, ягъни ДНК 64 кислотаны кодлый. Ләкин барысы 20 генә аминокислота кодлана. Күп аминокислоталарга бер генә түгел, ә берничә кодон туры килүе ачыклана. Генетик кодның мондый *ңару* үзлеге күзәнәк бүленгәндә генетик информациянең саклануына һәм күчүенә ышанычны арттыра дип уйланыла. Мәсәлән, аланин дигән аминокислотага 4 кодон туры килә — ЦГА, ЦГГ, ЦГТ һәм ЦГЦ. Кодонның өченче нуклеотидында очраклы гына «ялгышу» аксым структурасында үзгәрешләргә китерә алмый — ул барыбер аланин кодоны булып кала.

6 нчы таблица

Генетик код

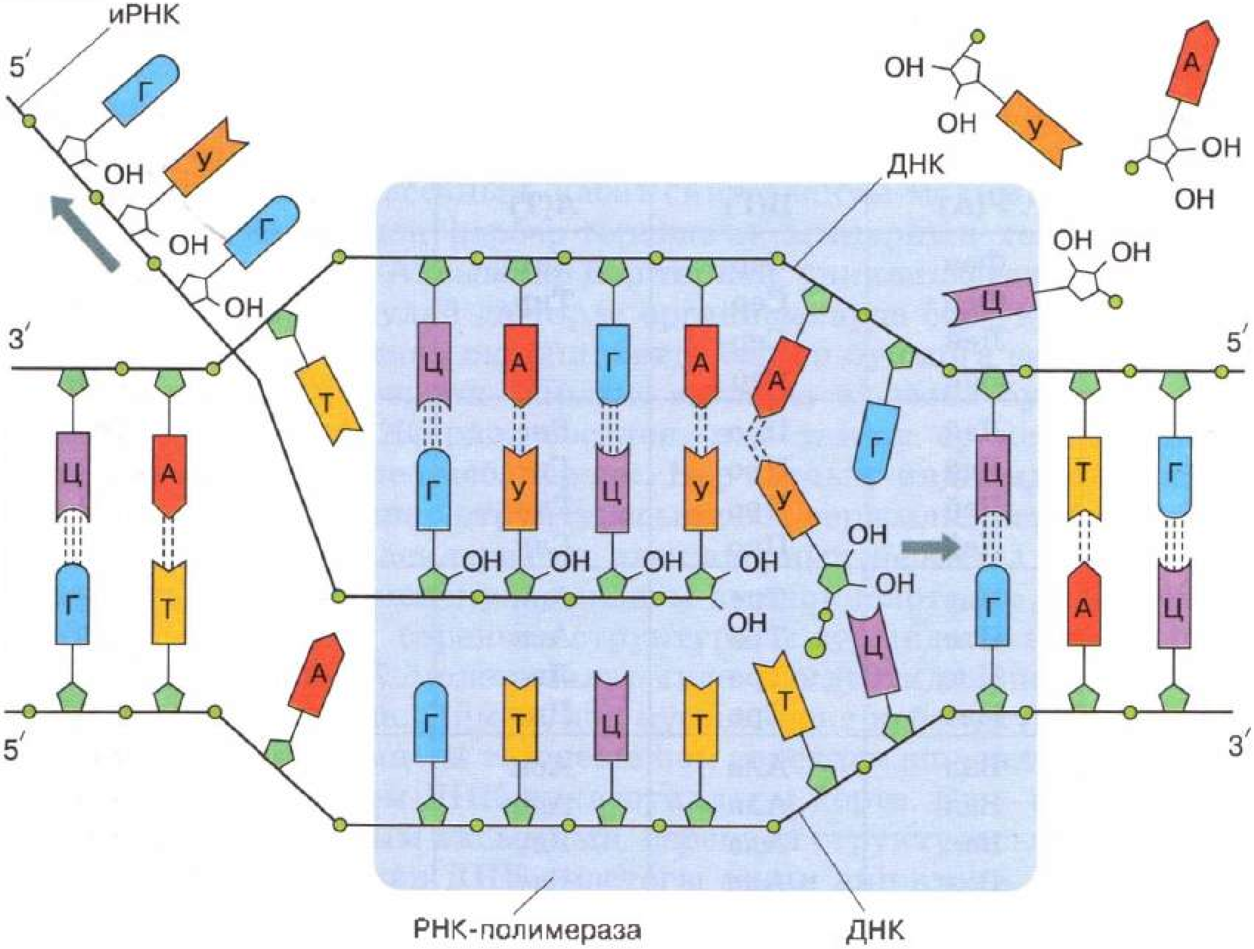
Беренче нигез	Икенче нигез				Өченче нигез
	У(А)	Ц(Г)	А(Т)	Г(Ц)	
У(А)	Фен Фен Лей Лей	Сер Сер Сер Сер	Тир Тир — —	Цис Цис — Три	У(А) Ц(Г) А(Т) Г(Ц)
Ц(Г)	Лей Лей Лей Лей	Про Про Про Про	Гис Гис Глн Глн	Арг Арг Арг Арг	У(А) Ц(Г) А(Т) Г(Ц)
А(Т)	Иле Иле Иле Мет	Тре Тре Тре Тре	Асн Асн Лиз Лиз	Сер Сер Арг Арг	У(А) Ц(Г) А(Т) Г(Ц)
Г(Ц)	Вал Вал Вал Вал	Ала Ала Ала Ала	Асп Асп Глу Глу	Гли Гли Гли Гли	У(А) Ц(Г) А(Т) Г(Ц)

Искәрмә: триплетның беренче нуклеотидын — сул вертикаль рәттән, икенчесен — горизонталь рәттән, өченчесен уң вертикаль рәттән алалар.

ДНК молекуласында йөзләгән геннар булганлыктан, аның составына, һичшиксез, «тыныш билгесе» булып торган һәм теге яки бу генның башын яки азагын аңлаткан триплетлар керә.

Генетик кодның бик мөһим үзлеге — аның *спецификлыгы* (үзенчәлекле булуы), ягъни бер триплет һәрвакыт бер генә аминокислотаны кодлый. Генетик код бактериядән алып кешегә кадәр барлык тереклек ияләре өчен *универсаль*.

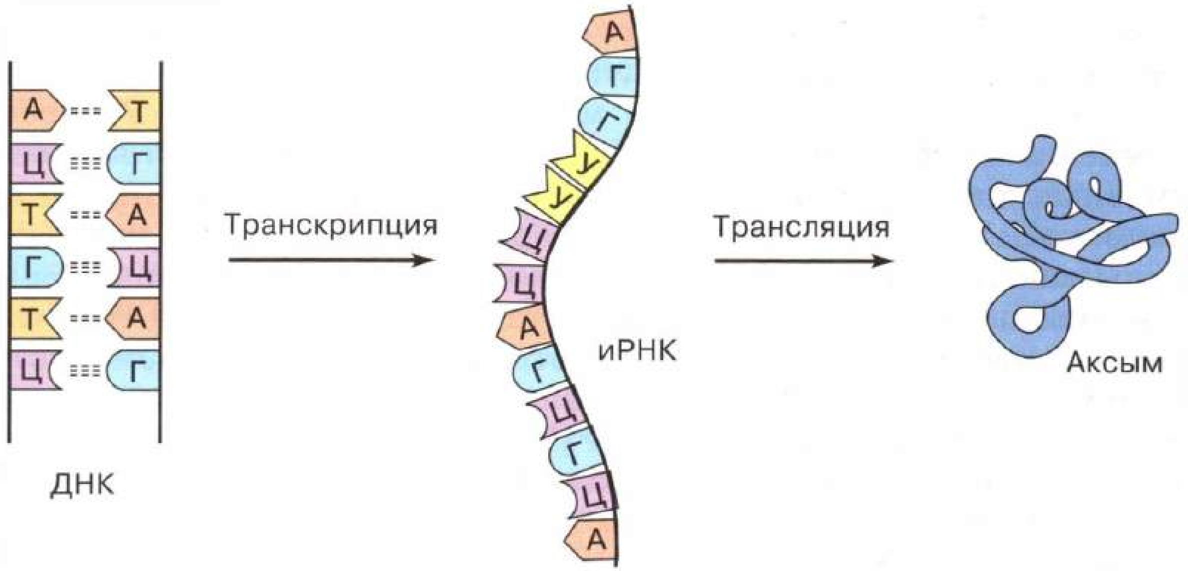
Транскрипция. Генетик информацияне күзәнәк төшендә урнашкан ДНК йөртә. Аксымның үз синтезы рибосомалар цитоплазмасында бара. Аксым структурасы турындагы информация төштән цитоплазмага *информацион РНК* (иРНК) хәлендә килә. иРНК синтезлансын өчен, ике чылбырлы ДНК сүтелә, ә аннары аның бер чылбырында комплементарлык принцибы нигезендә иРНК молекуласы синтезлана (42 нче рәсем). Бу түбәндәгечә була: мәсәлән, ДНКның



42 нче рәсем. *Транскрипция процессының схемасы*

Г молекуласына каршы РНКның Ц молекуласы, ДНКның А молекуласына каршы РНКның У молекуласы (исегезгә төшерегез: тимин урынына РНК урацилны, яки У ны алып килә), ДНКның Т молекуласына каршы РНКның А молекуласы һәм ДНКның Ц молекуласына каршы РНКның Г молекуласы килеп баса. Шулай итеп, ДНКның икенче (матрица булмаган) чылбырының төгәл күчерелмәсе булган иРНК чылбыры формалаша (тик тимин урынына урацил керә). Шулай аксымдагы информация «ДНК теле»ннән «РНК теле»нә күчерелә. Бу процесс ***транскрипция*** дип йөртелә.

Транскрипция өчен, ягъни иРНК синтезы өчен, махсус фермент — *РНК-полимераза* кирәк. ДНКның бер молекуласында күпләгән геннар булганлыктан, РНК-полимеразаның иРНК синтезын ДНКның төгәл билгеле бер урыныннан башлавы бик мөһим, югыйсә иРНК структурасында табигатьтә булмаган һәм, әлбәттә, күзәнәк өчен кирәксез аксым турында информация язылачак. Шуңа күрә һәр генның башында нуклеотидларның үзенә бертөрле специфик эзлек-



43 нче рәсем. *Транскрипция һәм трансляция процесслары арасындагы үзара бәйләнеш*

лелеге тора, бу — ***промотор*** дип атала. РНК-полимераза промоторны «таный», аның белән бәйләнешкә керә һәм, шул рәвешле, иРНК чылбыры синтезын нәкъ тиешле урыннан башлый. Фермент иРНК синтезында катнашуын дәвам итә: ДНК молекуласында чираттагы «тыныш билгесе»нә — ***терминаторга*** барып җиткәнчегә кадәр иРНКга яңа нуклеотидлар китереп ялгый. Нуклеотидларның бу эзлеклелеге иРНК синтезын туктату кирәклеген күрсәтә.

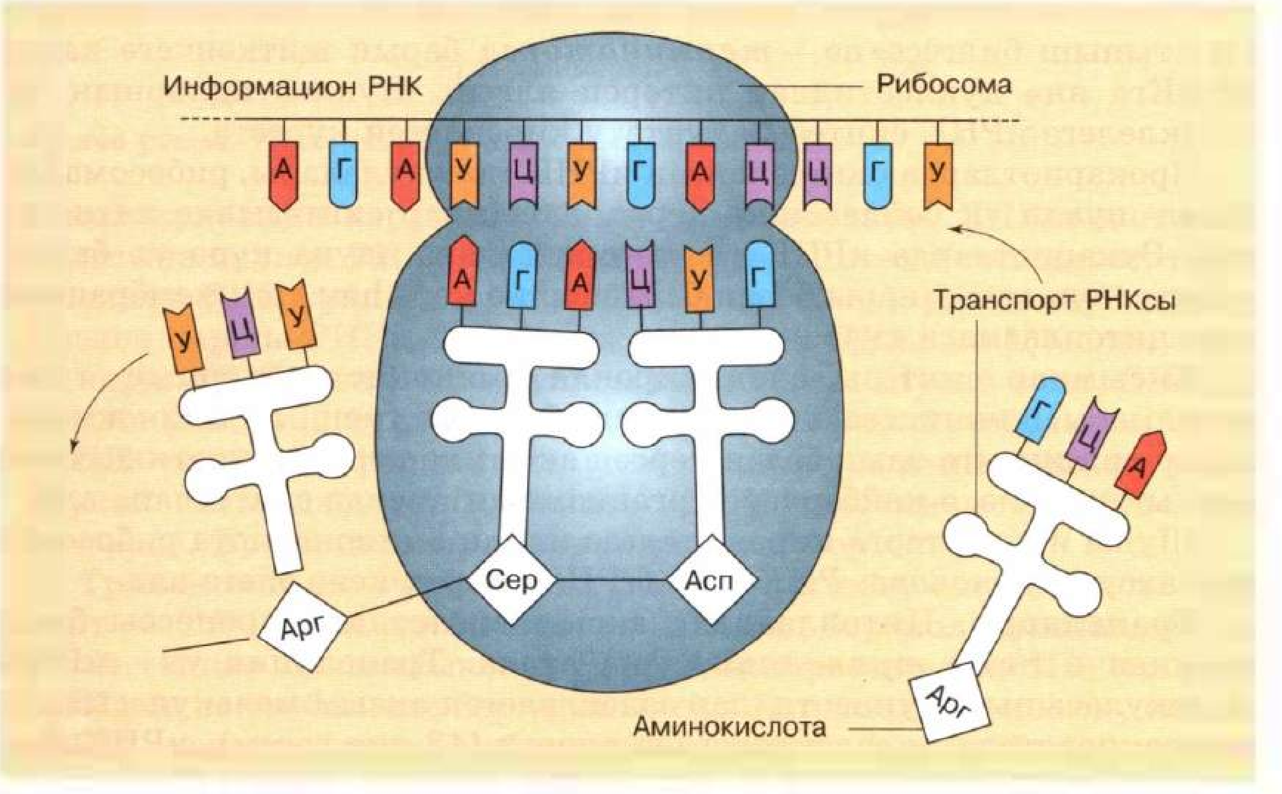
Прокариотларда синтезланган иРНК молекулалары, рибосомалар белән шунда ук бәйләнешкә кереп, аксымнар синтезында катнаша ала. Эукариотларда иРНК төштә синтезлана, шуңа күрә ул башта махсус төш аксымнары белән бәйләнешкә керә һәм төш мембранасы аша цитоплазмага күчә.

Аксымнар синтезы өчен кирәкле аминокислоталарның тулы җыелмасы, һичшиксез, цитоплазмада булырга тиеш. Бу аминокислоталар организмга азык белән кергән аксымнар таркалу нәтиҗәсендә барлыкка килә, ә кайберләре организмның үзендә синтезлана ала.

Шуны истә тотарга кирәк: теләсә нинди аминокислота рибосомага махсус *транспорт РНКсына* (тРНК) ияреп кенә эләгә ала.

Трансляция. Цитоплазмада аксым синтезлану процессы бара, бу икенче төрле ***трансляция*** дип атала. Трансляция ул — иРНК молекуласының нуклеотидлар эзлеклелеген аксым молекуласының аминокислоталары эзлеклелегенә күчерү (43 нче рәсем). иРНКның аксым синтезын башлыйсы очы рибосомага якыная. Шулвакытта ясалачак аксымның башлангычын *АУГ* триплеты билгели, ул

трансляциянең башлану билгесе булып тора. Бу кодон метионин аминокислотасын кодлаганлыктан, барлык аксымнар да (аерым очракларны исәпкә алмаганда) метионининнан башлана. Рибосома, бәйләнешкә кергәннән соң, иРНК чылбыры буйлап хәрәкәтләнә башлый, аның ике кодоннан (ягъни 3 + 3 = 6 нуклеотидтан) торган һәр участогында тоткарланып ала. Тоткарлану вакыты 0,2 с дәвам итә. Шушы вакыт эчендә рибосомадагы кодонга комплементар ***антикодоны*** булган тРНК молекуласы аны танырга өлгерә. Бу тРНК белән алда бәйләнештә торган аминокислота «сап»тан аерыла һәм, пептид бәйләнеш барлыкка китереп, аксымның үсүче чылбырына тоташа. Нәкъ шул мизгелдә рибосомага иРНКның икенче триплетына комплементар антикодоны булган икенче тРНК һәм бу тРНКга ияргән икенче аминокислота аксымның үсүче чылбырына керә. Моннан соң рибосома иРНК буйлап күчә, икенче нуклеотидларда тоткарлана, һәм яңадан барысы да шулай кабатлана бара. Ниһаять, рибосома ***тукта-кодоннарның*** (*УАА, УАГ* яки *УГА*) берсенә барып җитә. Әлеге кодоннар аминокислоталарны кодламый, алар бары тик аксым синтезының тәгәлләнергә тиешлеген генә күрсәтә. Аксым чылбыры рибосомадан аерыла, цитоплазмага чыга һәм шул аксымга хас икенчел, өченчел һәм дүртенчел структураны формалаштыра (44 нче рәсем).



44 нче рәсем. *Трансляция процессының схемасы*

Югарыда сөйләнгән реакцияләр бик тиз бара. Озын аксым молекуласы ясалу өчен, ике минут чамасы вакыт кирәк булуы исәпләнелгән.

Күзәнәккә һәр аксымның бер генә түгел, күп молекуласы кирәк. Шуңа күрә иРНК молекуласында аксым синтезын беренче булып башлаган рибосома алга таба күчүгә, шунда ук бу иРНКга икенче рибосома килеп ябыша һәм шундый ук аксымны синтезлый башлый. Аннан соң өченчесе, дүртенчесе һ.б. тезелә. иРНКның бер молекуласында аксым синтезлаучы барлык рибосомалар ***полисома*** дип атала. Аксым синтезы тәгәлләнүгә үк, рибосома, башка иРНК молекуласы белән бәйләнеп, әлеге иРНК молекуласында кодка салынган яңа аксым синтезын башлый ала. Шулай итеп, аксымның беренчел структурасында аминокислоталар эзлеклелеге рибосомаларга бәйләнмәгән, ә бәлки ул иРНК нуклеотидларының эзлеклелеге белән генә билгеләнә.

Шулай итеп, трансляция ул — иРНК молекуласы нуклеотидларының эзлеклелеген аксым молекуласының аминокислоталары эзлеклелегенә күчерү.

Генетик код. Кодон. Антикодон. Транскрипция. Промотор. Терминатор. Трансляция. Тукта-кодон. Полисома.

1. Нәрсә ул ген?
2. Нинди процесс транскрипция дип атала?
3. Аксым биосинтезы кайда һәм ничек бара?
4. Нәрсә ул тукта-кодон?
5. Күзәнәк аксымнар синтезында иРНКның ничә төре катнаша?
6. Полисома нәрсәдән тора?
7. Аксым синтезы процессларында энергия тотыламы? Әллә, киресенчә, аксым синтезы процессларында энергия аерылып чыгамы?

ДНК һәм РНКның хайван күзәнәкләрендә генә түгел, үсемлек күзәнәкләрендә дә булуы XX гасырның 30 нчы еллары ахырына гына ачыклана. Аңа кадәр ДНК — хайван күзәнәкләрендә генә, ә РНК үсемлектә була дип уйлаганнар. РНКның барлык күзәнәкләрдә, аның төшеннән бигрәк цитоплазмасында булуы XX гасырның 40 нчы елларында гына ачыклана.

§ 27 Күзәнәктә һәм организмда транскрипция һәм трансляция регуляциясе

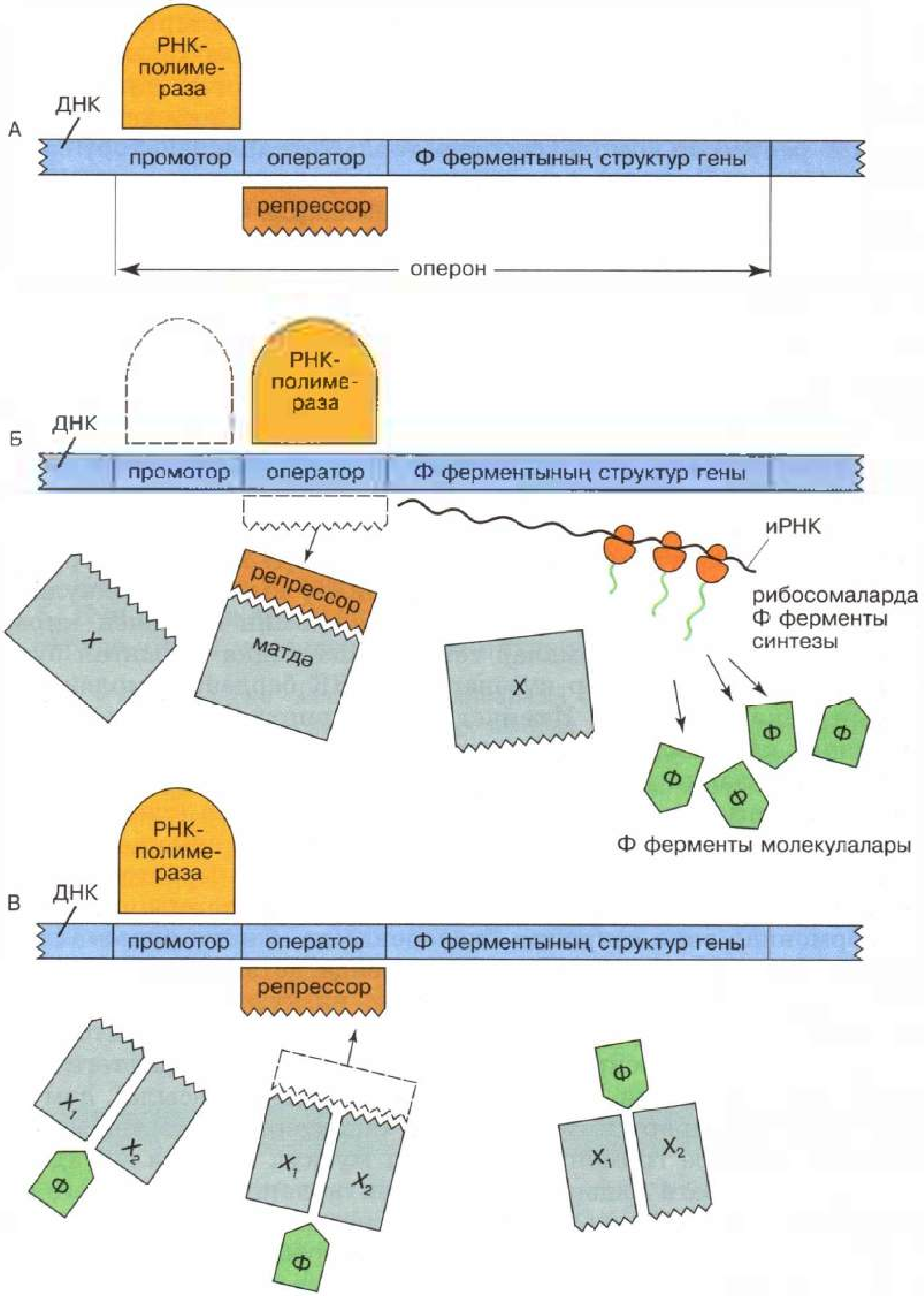
1. Ни өчен күп күзәнәкле организмның аерым күзәнәгендә геннар өлешчә генә файдаланыла?
2. Аксымнар аминокислоталарның ничә төреннән тора?
3. Нинди организмнарда генотип үзендә бер молекула ДНК йөртә?
4. Нәрсә ул генетик код?
5. Һәр организмның үзенчәлеген нәрсә билгели?

Оперон һәм репрессор. Билгеле булганча, хромосомалар җыелмасы, ягъни ДНК молекулалары җыелмасы, бер үк организмның бөтен күзәнәкләрендә бертөрле. Шулай булгач, тәннең һәр күзәнәге шушы организмга хас теләсә никадәр аксым синтезларга сәләтле. Бәхеткә каршы, бу беркайчан да тормышка ашмый, чөнки теге яки бу тукыманың күзәнәкләрендә күп күзәнәкле организмда үз функцияләрен үтәү өчен кирәкле аксымнарның билгеле бер җыелмасы булырга һәм ул һич тә башка тукыма күзәнәкләренә хас «чит» аксымнарны синтезламаска тиеш. Әйтик, тамыр күзәнәкләрендә — үсемлек гормоннары, ә яфрак күзәнәкләрендә фотосинтезны тәэмин итә торган ферментлар синтезлануы зарури. Ни өчен соң бер күзәнәктә шул ук күзәнәк хромосомаларында үзләре турында информация йөрткән барлык аксымнар да берьюлы синтезланмый?

Моның механизмнары прокариот күзәнәкләрендә яхшырак өйрәнелгән. Прокариотлар бер күзәнәкле организмнар булуларына карамастан, аларның транскрипциясе һәм трансляциясе шулай ук көйләнә, чөнки бер вакыт мизгелендә күзәнәк нинди дә булса аксымга мохтаҗ, ә икенче мизгелдә исә шул ук аксым аның өчен зарарлы булырга мөмкин.

Аксымнар синтезын көйли торган механизмның генетик берәмлеген ***оперон*** дип исәпләргә кирәк. Аның составына бер яки берничә ***структур ген***, ягъни иРНКның структурасы турындагы информацияне йөрткән геннар керә. Ә инде, белгәнегезчә, иРНКда аксым структурасы турында информация саклана. Бу геннар алдында, ягъни оперонның очында, ***промотор*** — РНК-полимераза ферменты өчен «утыру мәйданчыгы» урнаша. Оперонда промотор һәм структур геннар арасында ДНК участогы бар, ул ***оператор*** дип атала (45 нче А рәсем). Әгәр операторга үзенә бертөрле аксым — ***репрессор*** бәйләнгән булса, РНК-полимераза иРНК синтезын башлый алмый.

Прокариотларда аксым синтезын регуляцияли торган (көйли торган) механизм. Мондый регуляциянең бер мисалын тикшерик. Бактериаль күзәнәккә азык матдәсе *X* үтеп кергән дип күз алдына



45 нче рәсем. *Оперон структурасы һәм аның эшләү процессы*

китерик. Аны Ф фермент вак кисәкчекләргә таркатырга тиеш була, ә бу фермент оперонның структур генында репрессор тарафыннан блокадалана. Әлеге очракта күзәнәккә үтеп кергән матдәнең бер молекуласы репрессор молекуласы белән бәйләнешкә керә. Шулвакытта X-репрессор комплексы операторда тоткарланып тору сәләтен югалта (45 нче Б рәсем), һәм РНК-полимераза шунда ук иРНК синтезын башлый, иРНКда тезелгән рибосомаларда Ф ферменты синтезлана. Бу фермент эшли башлый һәм X матдәсе молекулаларын, шул исәптән X-репрессор комплексы составына кергәннәрен дә тарката. X матдәсенең барлык молекулалары да таркалып беткәч, репрессор кабат оператор белән бәйләнешкә керә ала, димәк, Ф ферментының яңа молекулалары синтезы туктала, чөнки аның иРНК синтезы туктаган була (45 нче В рәсем). Теләсә нинди иРНКның цитоплазмада «гомере» чикләнгән булу сәбәпле, бирелгән вакыт бетүгә, аны махсус ферментлар тарката, һәм тиздән инде синтезланган иРНК молекулаларында да Ф ферменты синтезы туктала.

Эукариотларда аксым синтезын регуляцияли торган (көйли торган) механизм. Эукариотларда, бигрәк тә күп күзәнәкле организм турында сүз барса, геннарның эшен көйләү шактый катлаулырак. Беренчедән, нинди дә булса функцияне тәэмин итү өчен кирәкле аксымнар төрле хромосомалар геннарында кодка салынган булырга мөмкин (прокариотлар күзәнәгендә ДНК бердәнбер молекуладан торуын искә төшерик). Икенчедән, эукариотларда геннар прокариотларга караганда катлаулырак төзелешле; аларда иРНК укылмый торган, ләкин ДНКның күрше участокларының эшен көйләргә сәләтле «дәшмәс» участоклар була. Өченчедән, күп күзәнәкле организмда төрле тукымаларның күзәнәкләрендәге геннар эшен төгәл көйләргә һәм килештерергә кирәк. Бу килештерү бербөтен организм дәрәҗәсендә һәм башлыча гормоннар ярдәмендә тормышка ашырыла. Гормоннар эчке секреция бизләрендә дә, башка тукымаларның (мәсәлән, нерв тукымасы) күзәнәкләрендә дә эшләнеп чыга. Шул гормоннар йә күзәнәк мембранасында, йә күзәнәк эчендә урнашкан махсус рецепторлар белән бәйләнешкә керә. Рецептор белән гормонның үзара тәэсир итешүе нәтиҗәсендә, күзәнәктә теге яки бу геннар активлаша яки, киресенчә, репрессияләнә (басыла), һәм әлеге күзәнәктә аксымнар синтезы үзенең характерын үзгәртә. Мәсәлән, бөер өсте бизләре гормоны адреналин мускул күзәнәкләрендә гликогенны глюкозага кадәр таркалуын активлаштыра, бу әлеге күзәнәкләрнең энергия белән тәэмин ителешен яхшырта. Ашказаны асты бизе бүлеп чыгарган инсулин гормоны, киресенчә, глюкозадан гликоген барлыкка килүенә һәм аның бавыр күзәнәкләрендә туплануына булышлык итә.

Әлбәттә, геннарның регуляцияләнү механизмын хәтта чагыштырмача гади төзелешле тереклек ияләрендә генә дә аңлап бетерергә көчебез җитми. Ә инде кеше организмының 200 млрд тан артык күзәнәктән торуын һәм аларның һәрберсендә, тикшеренүчеләрнең соңгы исәпләүләре буенча, 120 мең ген булуын исәпкә алсак, кеше организмында геннарның килешенеп эшләвен өйрәнгәндә туган авырлыкларны күз алдына китерергә дә мөмкин түгел. Тагын шул өстәлә: барлык кешеләрдә ДНКның 99,9% ы бертөрле һәм калган 0,1% ы гына һәр кешенең кабатланмас индивидуальлеген: тышкы кыяфәтен, холкындагы үзенчәлекләр, матдәләр алмашы, теге яки бу авыруларга бирешмәүчәнлек, даруларга реакциясен һ.б.ны билгели.

Оперон. Структур геннар. Оператор. Репрессор.

1. Нәрсә ул оперон?
2. Күзәнәкнең регулятор (көйләгеч) механизмында рецепторның роле нинди?
3. Күзәнәкнең регулятор механизмында гормоннарның роле нинди?
4. Кешенең һәр күзәнәгендә якынча ничә ген була?
5. Күп күзәнәкле организмда меңләгән геннарның эшен килештерүдә нинди матдәләр иң әһәмиятле урын тота?

Теге яки бу күзәнәкләрдә «эшләмәүче» геннарның бер өлеше югала, таркала дип күзаллап булыр иде. Ләкин күп кенә экспериментлар аның болай булмавын раслый. Чукмарбаш эчәге күзәнәгеннән билгеле бер шартларда бөтен бер баканы үстереп була, ләкин бу әлеге күзәнәк төшендә бөтен генетик информация сакланган һәм аның бер өлеше (күзәнәк эчәк стенкасы составына кергән чагында) аксым табигатен күрсәтмәгән очракта гына мөмкин. Шулай булгач, күп күзәнәкле организмның һәр күзәнәгендә аның ДНКсы йөрткән генетик информациянең бары бер генә өлеше файдаланыла икән. Димәк, төрле күзәнәкләрдә эшне «башлата» һәм «туктата» торган механизмнар булырга тиеш.

Кешенең 46 хромосомасында ДНК молекулаларының гомуми озынлыгы 2 метрга диярлек җитә. Әгәр алвафитның хәрефләре генетик триплетлы код белән кодланган булса, кешенең бер күзәнәгендәге ДНК гына да калын 1000 томлык текстны шифрларга җитәр иде!

Бүлекнең кыскача эчтәлеге

Җирдәге барлык организмнар күзәнәкләрдән тора. Бер күзәнәкле һәм күп күзәнәкле организмнар бар. Төшсез организмнар – прокариотлар, күзәнәкләрендә төше булганнары эукариотлар дип атала. Тыштан һәр күзәнәк биологик мембрана белән капланган. Күзәнәк эчендә цитоплазма, ә шунда төш (эукариотларда) һәм башка органоидлар урнашкан. Төш кариоплазма белән тулган, анда хроматин һәм

төшчекләр бар. Хроматин ул – аксымнар белән бәйләнгән ДНК. Күзәнәк бүленгәндә, алардан хромосомалар барлыкка килә. Күзәнәкнең хромосомалар җыелмасы кариотип дип атала. Эукариотларның күзәнәкләре цитоплазмасында цитоскелет – терәк, хәрәкәт, транспортлау функцияләрен үти торган катлаулы система урнашкан. Күзәнәкләрнең иң әһәмиятле органоидлары: төш, эндоплазматик челтәр, Гольджи комплексы, рибосомалар, митохондрияләр, лизосомалар, пластидлар. Кайбер күзәнәкләрнең хәрәкәт органоидлары: камчылар, керфекчекләр була. Прокариотлар һәм эукариотлар күзәнәкләре төзелешендә шактый аерымлыклар күзәтелә.

Вируслар тереклекнең күзәнәксез формасы булып тора.

Күзәнәкнең нормаль тереклек эшчәнлеге өчен эчке тирәлегенең даимилеге кирәк, бу гомеостаз дип атала.

Гомеостазны матдәләр алмашы реакцияләре саклый; алар ассимиляция (анаболизм) һәм диссимиляция (катаболизм) реакцияләренә бүленә. Матдәләр алмашының барлык реакцияләре биологик катализаторлар – ферментлар катнашында бара. Һәр фермент үзенчәлекле, ягъни тереклек эшчәнлегенең төгәл билгеле бер процессларын көйләүдә катнаша. Шуңа күрә һәр күзәнәктә күпләгән ферментлар «эшли».

Теләсә нинди күзәнәкнең энергетик чыгымнары универсаль энергетик матдә – АТФ исәбенә тәэмин ителә. АТФ органик матдәләр оксидлашканда аерылып чыккан энергия исәбенә барлыкка килә. Бу процесс күп баскычлы, һәм иң нәтиҗәлесе – митохондрияләрдә барган кислородлы таркалу.

Тереклек эшчәнлеге өчен кирәкле органик матдәләрне алуы буенча барлык күзәнәкләр автотрофларга һәм гетеротрофларга бүленә. Автотрофлар фотосинтетик һәм хемосинтетикларга аерыла, һәм алар барысы да үзләренә кирәкле органик матдәләрне мөстәкыйль синтезларга сәләтле. Гетеротрофлар күпчелек органик матдәләрне тирәлектән ала. Фотосинтез – Җирдә шактый күп организмнарның килеп чыгуы һәм яшәве нигезендә яткан иң әһәмиятле процесс. Фотосинтез нәтиҗәсендә катлаулы органик кушылмалар синтезы Кояш нурлары энергиясе исәбенә бара. Хемосинтетиклардан кала, Җирдәге барлык организмнар турыдан-туры яки читләтеп фотосинтетикларга бәйле.

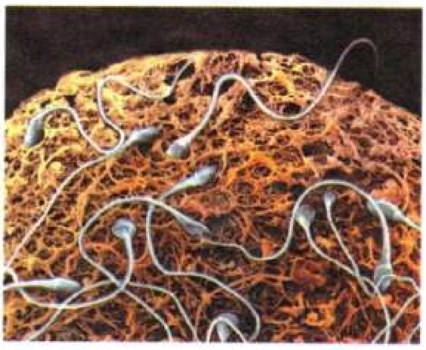
Барлык күзәнәкләрдә барган гаять әһәмиятле процесс булып (үсеш процессында ДНКсын югалткан күзәнәкләрне исәпләмәгәндә) аксым синтезы тора. Аксымның беренчел структурасын төзегән аминокислоталар эзлеклелеге турындагы информация ДНК нуклеотидларының триплеты комбинацияләре эзлеклелегендә бикләнгән. Ген – ДНК участогы, ул бер аксымның структурасы турында информация йөртә. Транскрипция ул – аксым аминокислоталары эзлеклелеген кодлаган иРНК синтезы процессы. иРНК күзәнәк төшеннән (эукариотларда) цитоплазмага чыга, андагы рибосомаларда аксымның аминокислоталардан торган чылбыры формалаша. Әлеге процесс трансляция дип атала. Һәр күзәнәктә күпләгән геннар була, ләкин күзәнәк генетик информациянең төгәл бер өлешен генә файдалана, бу, әлбәттә, күзәнәктә теге яки бу аксымның синтезын «эшләтә» яки «туктата» торган махсус механизмнар булуы белән тәэмин ителә.

2 бүлек

Организмнарның үрчүе һәм индивидуаль үсеше

Бу бүлекне өйрәнеп, сез түбәндәгеләрне белерсез:

- *тере организмнарның төрләре ничек үрчи;*
- *күзәнәк нинди ысуллар белән бүленә;*
- *гаметалар ничек формалаша, һәм аталану ничек була;*
- *яралгы ничек үсә.*



Үрчү — тере организмнарның иң әһәмиятле үзлекләреннән берсе. Барча тереклек ияләре үрчүгә сәләтле. Фәкать үрчү генә, ягъни үзенә охшашларны тудыру гына, бактерияләрнең, гөмбәләр, үсемлекләр, хайваннарның барлык төрләре саклануын тәэмин итә.

Төрле организмнарның үрчү ысуллары бер-берсеннән нык аерылырга мөмкин, ләкин теләсә нинди типтагы үрчүнең нигезендә күзәнәкнең бүленүе ята.

Күзәнәкнең бүленүе югыйсә, бер күзәнәкле тереклек ияләре — бактерияләр һәм иң түбән төзелешлеләрдәге кебек, организмнар үрчегәндә генә күзәтелми. Күп күзәнәкле организмның бердәнбер күзәнәктән үсеше миллиардлаган күзәнәк бүленүен үз эченә ала. Моннан тыш, күп күзәнәкле организмның яшәү вакыты аны төзегән күпчелек күзәнәкләрнең яшәү вакытыннан артып китә. Шуңа күрә күп күзәнәкле тереклек ияләренең барлык күзәнәкләре дә диярлек үлгән күзәнәкләрне яңалары белән алыштыру өчен бүленергә тиеш. Күзәнәкләрнең интенсив бүленүе организм җәрәхәтләнгәндә зарарланган органнарның һәм тукымаларның төзәлүе өчен кирәк.

§ 28 Күзәнәкнең тереклек циклы

1. Митоз мейоздан нәрсә белән аерыла?
2. Митозның нинди фазаларын беләсез?

Тереклек (яки күзәнәк) циклы. Күзәнәк теориясе буенча, яңа күзәнәкләр элгәр (ана) күзәнәк бүленү юлы белән генә барлыкка килә. Табигый ки, күпчелек күзәнәкләрдә бүленү алдыннан генетик материал, ягъни ДНК, икеләтә арта. Югыйсә яңа барлыкка килгән ике күзәнәкнең берсенә бу төр өчен нормаль геннар җыелмасы җитмәячәк. Андый күзәнәкләр яшәргә бөтенләй сәләтсез була яисә бөтен организмны җитди авыруларга китерә. Күзәнәкнең яшәве аның ана күзәнәк бүленгәндә барлыкка килү мизгеленнән алып үзе бүленә башлаганга (шул бүленүне дә кертеп) яки үлүенә кадәр дәвам итә, бу ***күзәнәк*** (яки ***тереклек) циклы*** дип атала. Әлеге цикл

дәвамында күзәнәк үсә, организмда үз функцияләрен уңышлы башкару өчен үзгәрә (бу процесс күзәнәк *дифференцировкасы* дип атала), аннары ул билгеле бер вакыт дәвамында шул функцияләрне башкара, шушы вакыт эчендә бүленеп, яңа күзәнәкләр барлыкка китерә.

Апоптоз. Иң түбән төзелешлеләрдә һәм бактерияләрдә күзәнәкнең бүленүе — үрчүнең төп ысулы. Амёба, мәсәлән, табигый үлми, аның урынына ул ике күзәнәккә гади генә бүленә. Ләкин күп күзәнәкле организм күзәнәкләре чиксез бүленә алмый, югыйсә барлык тереклек ияләре, шул исәптән кеше дә үлемсез булыр иде. Бу болай була алмый, чөнки күзәнәк ДНКсында аерым «үлем геннары» бар, алар иртәме-соңмы активлаша һәм күзәнәкне үтерә торган үзенә бертөрле аксым синтезлануына китерә: күзәнәк кысыла, аның органоидлары һәм мембранасы таркала, ләкин аларның өлешләре икенчел файдалануга тотыла. Мондый «программалаштырылган» күзәнәк үлеме ***апоптоз*** дип атала. Ләкин күзәнәк үзенең «тууыннан» алып апоптозга кадәр күпләгән нормаль циклларны уза. Организмнарның төрле төрләрендә күзәнәк циклының вакыты төрлечә: бактерияләрдә — 20 мин, инфузория-башмакчыкта —10 нан 20 сәгкә кадәр. Күп күзәнәкле организм тукымаларының күзәнәкләре үсеш процессының башлангыч стадияләрендә еш бүленә, ә аннары күзәнәк цикллары шактый озыная. Мәсәлән, тууга хайваннарның нейроннары еш бүленә: баш миенең 80% ы шушы вакытта формалаша. Ләкин бу күзәнәкләрнең күпчелеге бүленү сәләтен тиз югалта, һәм аларның бер өлеше хайван картаеп, табигый үлеме белән үлгәнчегә кадәр бүленми яши.

Һәрбер күзәнәк циклының мәҗбүри компоненты булып ***митотик цикл*** тора, ул күзәнәкнең бүленү процессына әзерлеген һәм бүленүен үз эченә ала. Моннан тыш, тереклек циклына организмда күзәнәк үз функцияләрен үтәгән озын яки кыска тынычлык периодлары керә. Андый һәр чордан соң күзәнәк йә митотик циклны, йә апоптозны үтәргә тиеш.

Интерфаза. Күзәнәкнең бүленүгә әзерлеге ***интерфаза*** дип атала. Ул өч чордан тора.

Пресинтетик чор (G_1) — интерфазаның иң озын өлеше. Ул төрле күзәнәкләрдә 2—3 сәг тән алып берничә тәүлеккә кадәр дәвам итәргә мөмкин. Әлеге чор элгәр бүленүдән соң ук башлана, бу вакытта күзәнәк үсә, ДНКның киләсе икеләтә артуы өчен, энергия һәм матдәләр туплый.

Синтетик чор (S), гадәттә, 6—10 сәг дәвам итә, ДНКның икеләтә артуын, хромосомалар формалашуы өчен кирәкле аксымнар синтезын, РНК микъдарын арттыруны үз эченә ала. Әлеге чор ахырына һәр хромосома инде бер-берсе белән центромера өлкәсендә бәйләнгән

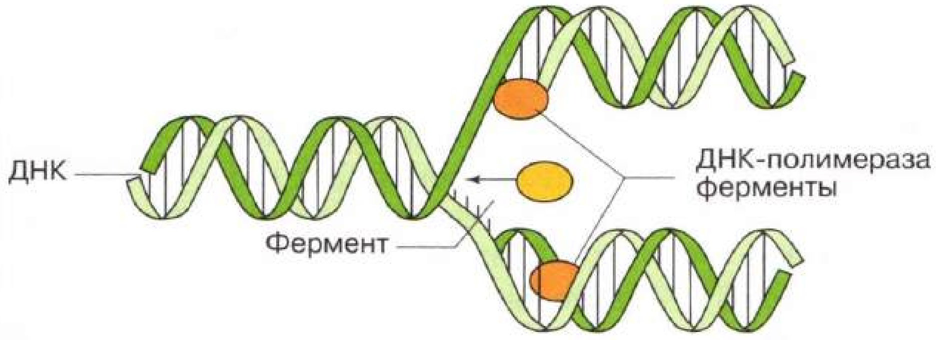
ике бертөрле *хроматидадан* тора. Шушы ук чорда центриольләр икеләтә арта.

Постсинтетик чор (G_2) хромосомалар икеләтә артканнан соң башлана. Ул 2—3 сәг дәвам итә; бу вакыт эчендә киләсе митоз өчен энергия туплана һәм соңыннан бүленү орчыгы ясый торган микрокөпшәчекләр аксымы синтезлана. Хәзер инде күзәнәк митозга керешә ала.

Күзәнәк бүленү ысулларын тасвирлаганчы, синтетик чорда бала хроматидалар барлыкка килүгә китергән процессны — ДНКның икеләтә артуын тикшерик.

ДНК молекуласының икеләтә артуы шулай ук ***репликация***, яки ***редупликация*** дип атала. Репликация вакытында «ана» ДНК молекуласының бер өлеше махсус фермент ярдәмендә ике җеп булып сүтелә (46 нчы рәсем), моңа комплементар азотлы нигезләр: аденин — тимин һәм гуанин — цитозин арасындагы водородлы бәйләнешләр өзелү белән ирешелә. Аннары ДНКның сүтелгән җепләренең һәр нуклеотиды янына ДНК-полимераза ферменты аңа комплементар нуклеотидны тезә. Шулай итеп, ике чылбырлы ике ДНК молекуласы барлыкка килә, аларның һәр икесенең составына бер чылбыр «ана» молекуладан һәм яңа синтезланган бер «бала» чылбыр керә. Әлеге ике ДНК молекуласы бөтенләй охшаш була.

Репликация өчен ДНК молекуласын бөтен озынлыгында сүтү мөмкин түгел. Шуңа күрә репликация ДНК молекуласының берничә урынында берьюлы башлана; бу вакытта «бала» җепнең берничә кыска фрагменты синтезлана һәм ферментлар катнашында бер озын молекула булып тегелә.



46 нчы рәсем. *ДНК редупликациясе схемасы*

Күзәнәкнең тереклек циклы. Митотик цикл. Апоптоз. Интерфаза. Пресинтетик чор. Синтетик чор. Постсинтетик чор. Репликация.

1. Нәрсә ул апоптоз?
2. Митотик цикл дип нәрсә атала?
3. Күзәнәкнең интерфазасында нинди процесслар була?
4. Интерфазаның кайсы чорында ДНК репликациясе була?

Хромосомаларны XIX гасыр ахырында үзлегеннән укып белем алган галим Вильгельм Фридрих Гофмейстер ача. Гофмейстер китап сату белән шөгыльләнә, ләкин бөтен буш вакытын микроскопта күзәнәкне өйрәнеп утыра. Ул цитология буенча шундый искиткеч хезмәтләрен бастыра, хәтта 1863 елда аңа Гейдельберг университеты профессоры булырга тәкъдим ясыйлар. Гофмейстер, күзәнәк бүленә башлаганда, аның төше вак кисәкчекләргә таркалуын һәм аларны махсус буяулар белән төсләләндереп булуын ачыклый. Ул аларны хромосомалар (гр. chroma — төс, soma — тән) дип атый.

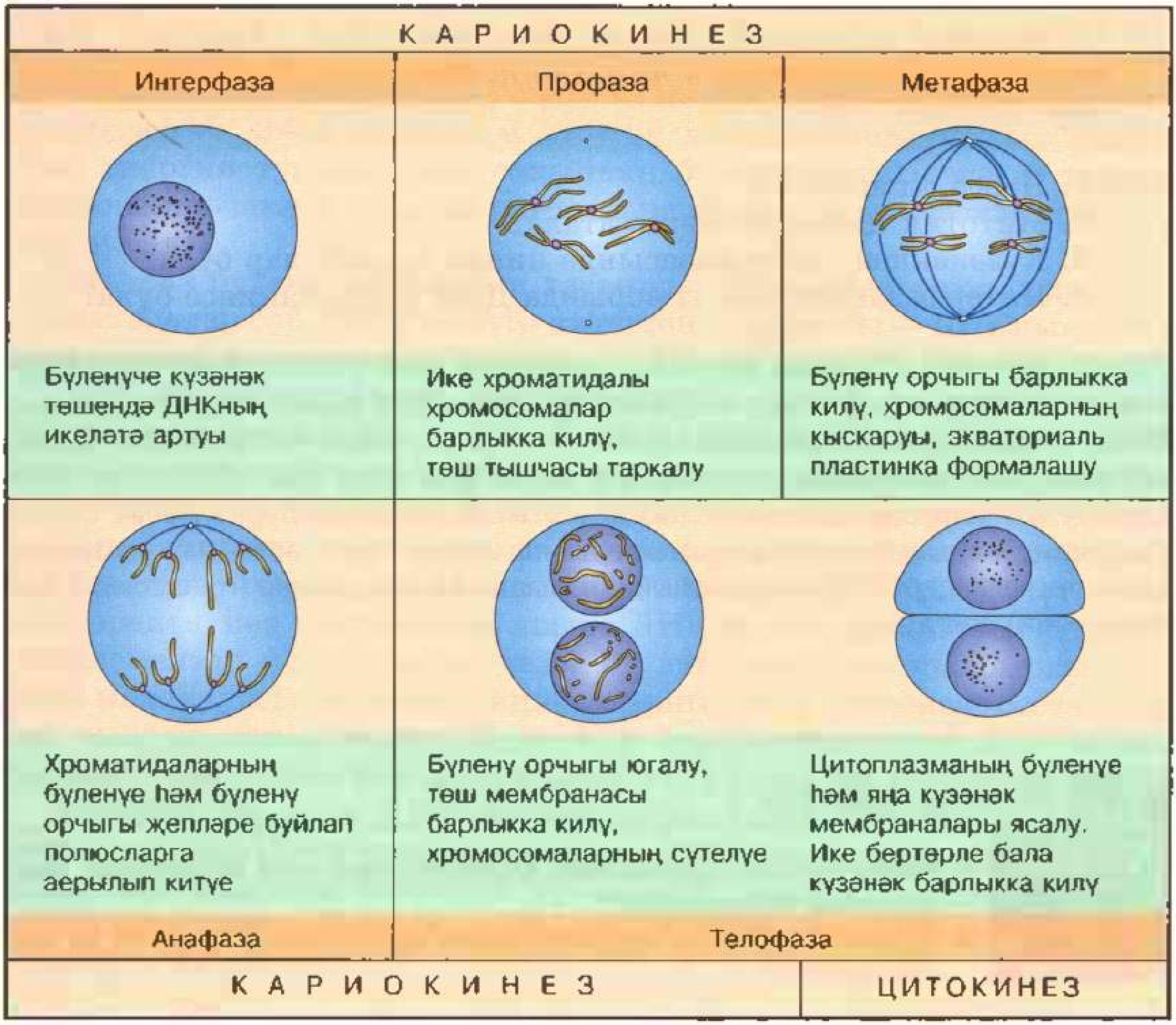
§ 29 Митоз. Амитоз

1. **Нинди тукыма күзәнәкләре ешрак бүленә: нерв күзәнәгеме, әллә эпителий күзәнәгеме?**
2. **Үсемлекнең кайсы өлешләрендәге күзәнәкләр барыннан да ешрак бүленә?**

Митоз ул — эукариотларда соматик күзәнәкләрнең турыдан-туры булмаган бүленү процессы, нәтиҗәдә нәселдәнлек материалы башта икеләтә арта, ә аннары бала күзәнәкләргә тигез итеп бүленә. Бу — эукариотларда күзәнәк бүленүнең төп ысулы. Митоз хайван күзәнәкләрендә 30—60 мин, ә үсемлек күзәнәкләрендә 2—3 сәг дәвам итә. Митоз ике процессны — төш бүленүне (***кариокинез***) һәм цитоплазма бүленүне (***цитокинез***) — үз эченә ала.

Митоз фазалары. Митоз бер-бер артлы дүрт фазада: профаза, метафаза, анафаза һәм телофазада уза (47 нче рәсем).

Профаза. Төш эчендә ДНК спиральләшә; микроскоптан караганда, тыгыз бөтерелгән хромосомалар күренә. Һәр хромосоманың центромера өлкәсендә берләшкән ике хроматидадан торуы ачык беленә. Төшчекләр югала. Центриольләр күзәнәк полюсларына китә. Алардан чыккан микрокөпшәчекләр ***бүленү орчыгын*** барлыкка китерә башлый. Төш тышчасы таркала (47 нче рәсемне карагыз).



47 нче рәсем. *Митоз фазалары*

Метафаза. **Хромосомалар үзләренең центромералары күзәнәкнең экватор яссылыгында булырлык итеп урнаша. Хромосомалардан торган *метафаза пластинкасы* барлыкка килә. Бүленү орчыгы җепләре һәр хромосоманың центромерасына тоташа (47 нче рәсемне карагыз).**

Анафаза. **Һәр хромосома ике бертөрле хроматидага бүленә, һәм болар күзәнәкнең капма-каршы полюсларына аерылып китә (47 нче рәсемне карагыз). Шулай итеп, бала хроматидаларның бертөрле булулары аркасында, күзәнәкнең ике полюсында да бертөрле генетик материал: күзәнәктә митозга кадәр ничек бар, хәзер дә шундый ук булып чыга.**

Телофаза. Бала хромосомалар күзәнәк полюслары янында сүтеләләр һәм транскрипция өчен яраклыга әйләнәләр. Аксымнар синтезы башлана. Төш тышчалары һәм төшчекләр формалаша. Бүленү орчыгы җепләре таркала (47 нче рәсемне карагыз).

Шунда кариокинез тәгамләнә, һәм цитокинез башлана. Бу вакытта хайван күзәнәкләренең экватор яссылыгында тарткы барлыкка килә. Ул ике бала күзәнәк барлыкка килгәнче тирәнәя бара (47 нче рәсемне карагыз). Тарткы ясалуда мөһим рольне цитоскелет структуралары уйный. Үсемлек күзәнәкләренең стенкасы каты булганлыктан, алар болай бүленә алмый. Аларда күзәнәк эче бүлгесе барлыкка килә.

Аерылган һәр бала күзәнәк яңа күзәнәк циклының интерфазасына керә.

Митозның биологик әһәмияте сан һәм сыйфат ягыннан бертөрле генетик информацияле күзәнәкләр барлыкка китерүдән гыйбарәт. Бу — ДНК репликациясе вакытында хромосомаларның ике бертөрле җыелмасы барлыкка килү һәм митоз процессында бала күзәнәкләргә тигез бүленү белән тәэмин ителә. Митоз күп күзәнәкле организмның нормаль үсеше һәм үсүе өчен кирәк. Ул шулай ук җәрәхәтләр төзәлү һәм җенессез үрчү процессларында да әһәмиятле.

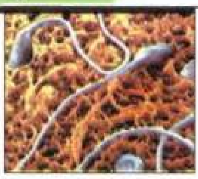
Амитоз. Күзәнәкләрнең турыдан-туры бүленүе, яки ***амитоз***, сирәк очрый. Амитозда төш үзгәрешләрсез генә бүленә башлый. Шушы вакытта ике бала күзәнәк арасында ДНК тигез бүленми, чөнки амитозда ДНК спиральләшми һәм хромосомалар барлыкка килми. Кайчак амитозда цитокинез булмый. Бу очракта ике төшле күзәнәк барлыкка килә. Әгәр инде цитоплазма бүленә калса, ике бала күзәнәк тә тулысынча төзек булмый. Амитоз еш кына үлгән тукымаларда, шулай ук шеш күзәнәкләрендә очрый.

Кариокинез. Цитокинез. Бүленү орчыгы. Амитоз.

1. Митоз амитоздан нәрсә белән аерыла?
2. Митоз процессында нинди фазаларны аерып күрсәтәләр?
3. Митозның нинди фазасында бүленү орчыгы барлыкка килә?
4. Митозның биологик әһәмияте нәрсәдә?

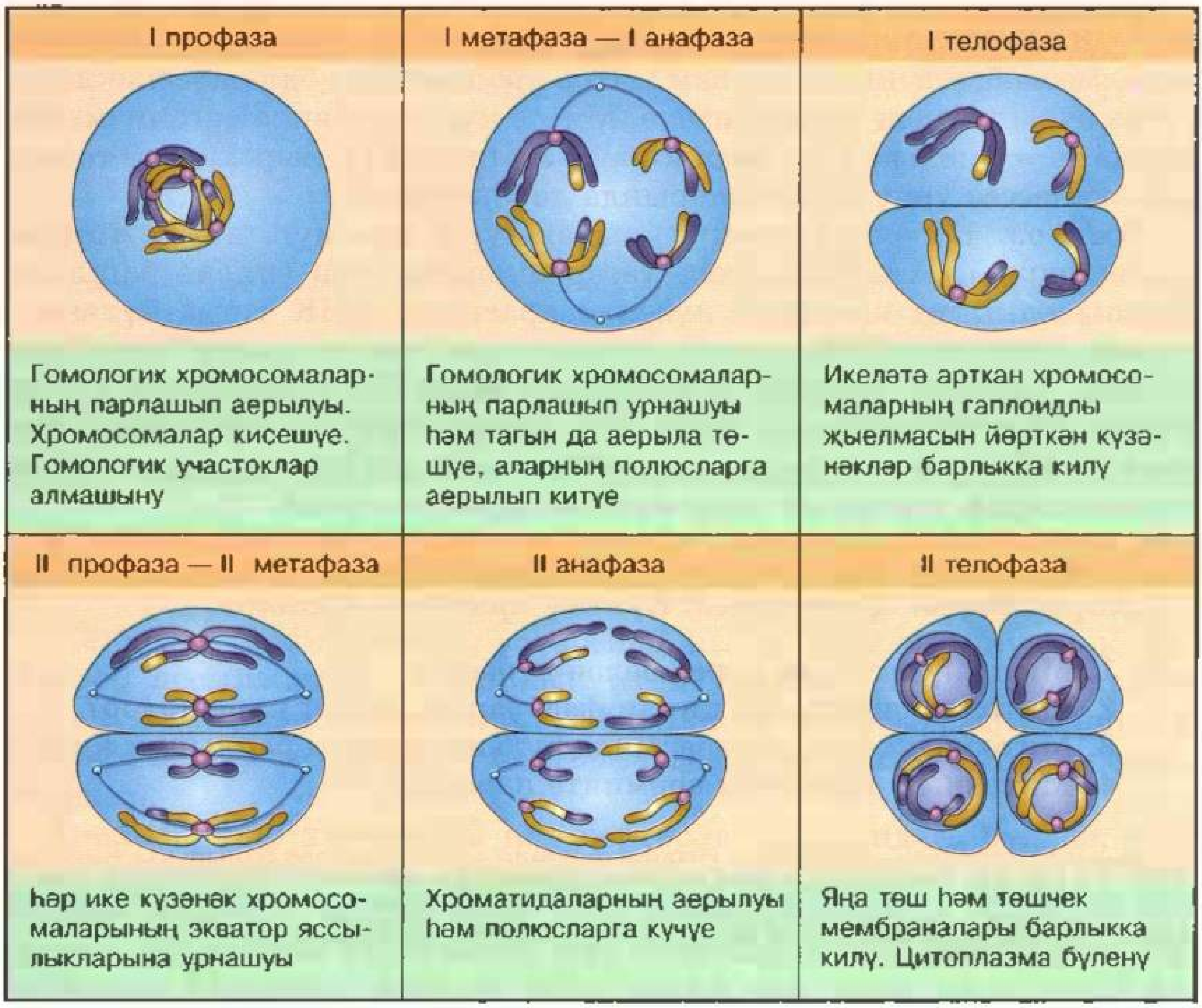
Барлык төр тереклек ияләренең күзәнәкләрендә митозның дәвамлылыгы бик нык аерыла. Мәсәлән, җимеш чебене дрозофила яралгысының күзәнәкләре 6 минут эчендә, ә борчак эндоспермы күзәнәкләре 180 минутта бүленә!

§ 30 Мейоз



1. Нинди очракларда мейоз барлыкка килә?
2. Хромосомаларның нинди җыелмасы диплоидлы дип атала?

Мейоз ул — күзәнәк бүленүнең үзенә бер төре, бу вакытта бала күзәнәкләрдә хромосомалар саны гаплоидлы була. Бу, җенси үрчегәндә, хромосомалар саны даими булып калу өчен әһәмиятле. Мисал өчен кешедә җенес күзәнәкләренең өлгерүен тикшерик. Кеше тәненең һәр күзәнәгендә хромосомаларның диплоидлы җыелмасы (2*n*) 46 ны тәшкил итә: 23 е — атадан һәм 23 е анадан килә. Ата-



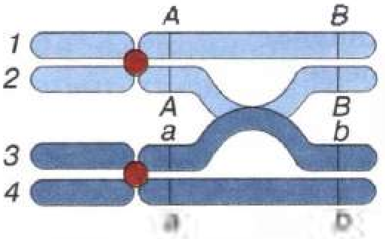
48 нче рәсем. *Мейоз фазалары*

лану, ягъни ананың 23 хромосомалы күкәй күзәнәге белән атаның шулай ук 23 хромосомалы сперматозоиды кушылу, мизгелендә яңа кеше организмына башлангыч бирелә. Аталану мизгеленә зиготада — туачак кешенең беренче күзәнәгендә — кеше тәненә хас хромосомалар җыелмасы торгызыла: 23 + 23 = 46. Димәк, күкәй күзәнәкләр һәм сперматозоидлар «ясалганда», күзәнәк бүленүнең аерым бер төре кирәклеге аңлашыла, бу вакытта бала күзәнәкләрдә хромосомаларның гаплоидлы җыелмасы була. Бер диплоидлы ($2n$) күзәнәктән дүрт гаплоидлы ($1n$) күзәнәк барлыкка килү белән барган бүленү тибы мейоз дип атала.

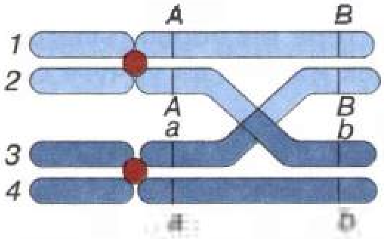
Мейоз механизмы. Мейоз ул — генетик материалның һәм цитоплазманың бер-бер артлы була торган ике тапкыр бүленүе, бу вакытта репликация бер генә тапкыр була (48 нче рәсем). Мейозның ике тапкыр бүленүе өчен кирәкле энергия һәм матдә I интерфазада туплана, шулчакта II интерфаза бөтенләй булмый.

Мейозның беренче бүленүендә гомологик (парлы) хромосомалар күзәнәкнең полюсларына аерылып китә, аларның һәрберсе ике хроматидалы (48 нче рәсем): кешедә 23 е бер полюска, 23 е икенчесенә китә. I профазада хромосомалар ***конъюгациясе*** була, ягъни һәр хромосома үзенә гомологикны «таба» һәм аңа якыная. Бу контакт вакытында атадан һәм анадан килгән хромосомалар охшаш участоклары белән алмашына. Әлеге күренеш ***кроссинговер*** дип йөртелә (49 нчы рәсем).

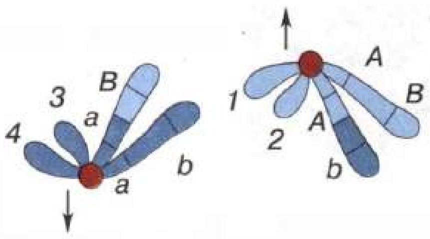
Аннары гомологик хромосомалар парлары, метафаза пластинкасын барлыкка китереп, цитоплазмада тезелә. Метафазадан соң башланган анафазада һәрберсе ике хроматидадан торган гомологик хро-



2 нче һәм 3 нче хроматидаларның гомологик урында контакты һәм өзелүе



2 нче һәм 3 нче хроматидалар фрагментлары берләшү. Яңа 2 нче һәм 3 нче хроматидалар хәзер ярашлы рәвештә A һәм b, a һәм B геннарын йөртә



Хромосомалар күзәнәкнең полюсларына күчә. Хәзер алар яңача берләшә

49 нчы рәсем. *Кроссинговер схемасы: A һәм a, B һәм в — актив геннар парлары; 1, 2, 3, 4 — гомологик хромосомалар хроматидалары*

мосомалар күзәнәкнең капма-каршы полюсларына аерылып китә. I телофазадан соң, *мейозның беренче бүленүе нәтиҗәсендә, гаплоидлы ике күзәнәк барлыкка килә*, һәм һәркайсы үзе бүленә башлый. Икенче бүленү гадәти митоз булып тора һәм шундый ук фазаларда бара: II интерфаза (ДНКның икеләтә арту процессы булмый), II профаза, II метафаза, II анафаза һәм II телофаза.

Мейоз нәтиҗәсендә диплоидлы ($2n$) бер күзәнәктән гаплоидлы ($1n$) дүрт күзәнәк барлыкка килә.

Кроссинговерның әһәмияте зур. Бу процесс нәтиҗәсендә атаның да, ананың да геннарын йөрткән хромосомалар барлыкка килгәнлектән, кроссинговер җенес күзәнәкләренең генетик төрлелеген арттыра. Шулай итеп, мейоз комбинатив үзгәрүчәнлек нигезендә ята.

Мейоз. Конъюгация. Кроссинговер.

1. Мейоз митоздан нәрсә белән аерыла?
2. Мейозның биологик әһәмияте нинди?
3. Кроссинговер мейозның кайсы фазасында була?

Кроссинговер булганда, гомологик хромосомалар охшаш участокларын алмашалар. Бу күренешнең әһәмиятен уйлап әйтегез.

§ 31 Организмнарның үрчү формалары. Җенессез үрчү

1. Үрчүнең нинди төре иң борынгылардан санала?
2. Барлык тереклек ияләре дә үрчүгә сәләтлеме?

Үрчү ул — тере организмнарның барысына да хас үзлек, аның асылы үз тереннән булган үзенә охшаш затларны тудыру сәләтеннән гыйбарәт. Үрчү аркасында һәр төрнең буыннар алмашы дәвам итә. Үрчү процессында генетик материалның организмда нәселдәнлек үзгәрешләрен барлыкка китергән уникаль комбинацияләре килеп чыгарга мөмкин. Шул рәвешле, бер төргә караган затлар арасында генетик күптөрлелек барлыкка килә, үзгәрүчәнлеккә һәм төрнең алга таба эволюцияләнүенә нигез салына.

Үрчү ул — Җирдә тереклекне яшәтү өчен кирәкле шарт.

Җенессез үрчү. Безнең планетада үрчүнең иң борынгы формасы булып җенессез үрчү санала. Ул бер күзәнәкле организмның (күп күзәнәкле организмның бер яки берничә күзәнәге) бүленүеннән һәм бала затлар барлыкка килүдән гыйбарәт. Үрчүнең бу формасы ешрак прокариотларда, үсемлекләр, гөмбәләр һәм иң түбән төзелешлеләрдә, хайваннарның кайбер төрләрендә күзәтелә.

Җенессез үрчү төрләре. Җенессез үрчүнең төп төрләрен тикшерик.

Бүлену юлы белән үрчү. Прокариотларда бүлену алдыннан бердәнбер боҗралы хромосома икеләтә арта, ике бала хромосома арасында бүлге ясала һәм күзәнәк икегә бүленә.

Күп кенә бер күзәнәкле суүсемнәр (мәсәлән, хламидомонада, яшел эвглена) һәм иң түбән төзелешлеләр (амёба), митоз юлы белән бүленеп, ике күзәнәк барлыкка китерә.

Споралардан үрчү. *Споралар* — гөмбәләр һәм үсемлекләрнең (бактерияләрнең споралары белән бутарга ярамый!) үрчү һәм таралу өчен хезмәт итәргә специальләшкән гаплоидлы күзәнәкләре. Гөмбәләрдә һәм түбән төзелешле үсемлекләрдә споралар митоз юлы белән, ә югары төзелешле үсемлекләрдә мейоз нәтиҗәсендә ясала.

Орлыклы үсемлекләр споралар таралу функциясен югалта, ләкин яңару циклында мөһим этап булып тора.

Вегетатив үрчү. Югарыда сөйләнгән җенессез үрчү ысулларын бер үзлек берләштерә: барлык очракта да яңа организм беркүзәнәклеләрнең бер күзәнәгеннән яисә күп күзәнәкле ата-анадан туа. Ләкин күп күзәнәкле организмнар, җенессез үрчегәндә, яңа тоқым ата-ана күзәнәкләре төркеменнән үсеш ала. Җенессез үрчүнең мондый ысулы ***вегетатив үрчү*** дип атала. Вегетатив үрчүнең берничә төре бар. Беренчесе — *үсемлекләрнең вегетатив өлешләреннән* (катламның бер өлеше, үсемлек чыбыкчасы, тамыр кисәге) яки *үзгәргән бәбәкләрдән* (тамырча, суганча, бүлбе) *үрчү*.

Вегетатив үрчүнең икенче төре — *фрагментация* — регенерациягә нигезләнгән процесс. Мәсәлән, яңгыр суалчаны тәненең өзелгән өлеше (фрагменты) бербөтен затка башлангыч бирә. Ләкин шуны искәртергә кирәк: табигать шартларында фрагментация — сирәк күренеш, аерым алганда, күп төкле суалчаннарда, күгәрек гөмбәләрендә, кайбер суүсемнәрдә (спирогирада) очрый.

Вегетатив үрчүнең өченче төре — *бөреләнү*. Бу очракта ана затның күзәнәкләр төркеме килешенеп бүленә башлый һәм бала затка башлангыч бирә, ләкин ул берникадәр вакыт ана организмының бер өлеше буларак үсә, ә аннары аерыла (төче су гидрасы) яки күп затлардан торган колония (мәрҗән полиплары) формалаштыра.

Җенессез үрчүнең әһәмияте. Җенессез үрчү уңайлы шартларда теге яки бу төр затларның саны тиз артуына булышлык итә. Ләкин мондый ысул белән үрчегәндә, генотибы ата-ананыкына (элгәренә) охшаш буын туа. Димәк, җенессез үрчегәндә, яшәү тирәлегенең үзгәреп торучан шартларына җайлашу таләп ителгәндә файдалы булып чыгу ихтималы булган генетик күптөрлелекнең артуы бөтенләй күзәтелми. Шушы сәбәп аркасында күпчелек тере организмнар әледән-әле яки даими җенси юл белән үрчи.

Җенессез үрчү. Вегетатив үрчү.

1. Нинди үрчү җенессез үрчү дип атала?
2. Җенессез үрчү нинди төрләргә аерыла?
3. Җенессез үрчүнең биологик әһәмияте нинди?

Җенессез үрчүнең *шизогония* дигән ысулы очрый. Шизогония – иң түбән төзелешлеләрдән бизгәк плазмодийларына хас күренеш. Бу очракта ана (элгәр) күзәнәк эче күп тапкыр бүленә һәм күпләгән паразит күзәнәкләр барлыкка килә.

Вегетатив үрчүнең үзенә бер төре – *полиэмбриония.* Бу очракта югары төзелешле хайван яралгысы (эмбрион), барлыкка килүгә үк, берничә фрагментка бүленә, аларның һәрберсе, бер-берсенә бәйсез рәвештә, бербөтен зат булып үсә. Эмбрионнарның мондый бүленүе, мәсәлән, бронялыларда күзәтелә. Кешедә бер күкәй игезәкләре ярәлу да полиэмбрионияга керә. Әлеге очракта гади аталану нәтиҗәсендә барлыкка килгән зигота бүлгәләнә һәм яралгыга башлангыч бирә, ул, әлегә аңлашылып бетмәгән сәбәпләр буенча, берничә өлешкә аерыла. Өлешләрнең һәрберсе нормаль эмбриональ үсеш юлы уза, һәм нәтиҗәдә бер үк җенестән булган ике яки аннан да күбрәк охшаш игезәк туа. Бер күкәй игезәкләренең туу ешлыгы 250 гадәти тудыруга бер генә очрак туры килә. Ләкин формалашкан яралгы өлешләргә кайчак тулысынча аерылмый. Шул очракта тәне яки эчке органнары белән тоташып үскән организмнар туа. Андый бер күкәй игезәкләрен Таиландта (элек Сиам дип аталган) туган Чанг һәм Энг Банкерлар исталегенә сиам игезәкләре дип йөртү кабул ителгән (50 нче рәсем). Чанг һәм Энгның күкрәк читлекләре 9 см чамасы калынлыгындагы сеңерле бәйләвеч белән тоташкан була. Хәтта ул чорда да аларны операция ясап аерырга мөмкин булгандыр, мөгаен, ләкин алар моңа ризалык бирмәгәннәр. Америкалы ике бертуган кызга өйләнеп, алар бай фермерларга әйләнгәннәр. Аларның хатыннары икесенә бергә 22 бала тапканнар.

Кайчак табигать тагын да җитдирәк ялгышлар ясап куя. Франциядә азканлылыктан һәм умырткалыгы кәкрәюдән интеккән яшүсмер кызга медицина тикшерүе уздырганда, көтмәгәндә, аның корсак куышлыгында бала яралгысы табалар. Ләкин

50 нче рәсем. *Сиам игезәкләре*

яралгы аналыкта урнашмаган, ә бәлки аның кан тамырлары корсак куышлыгының кан тамырлары белән тоташкан булып чыга. Яралгы тиз үсә, һәм, «әнисен» үлемнән саклап калу максатында, аны кисеп алырга туры килә. Ул 30 см чамасы озынлыкта була. Мондый зур хатаны табигать ничек җибәргән соң? Кеше организмында аталанудан соң зигота ничек бүлгәләнсә, күрәсең, кызчыкның корсак куышлыгындагы бер күзәнәктә дә шундый бүлгәләнү булгандыр һәм яңа организмга башлангыч биргәндер. Ләкин яралгы баштан ук үлемгә дучар ителгән була, чөнки ул, тиешле урынга (аналыкка) урнашып үсмәгәнлектән, шулай ук кирәкле гормоннар һәм туклыклы матдәләр алмаганлыктан, беркайчан да бөтен һәм сәламәт бала булып туа алмас иде. Яралгыны кисеп алганнан соң, кыз бала бик тиз сәламәтләнә, һәм яралгы тыгызлап торган эчке органнары да дөрес үсеш ала.

§ 32 Организмнарның үрчү формалары. Җенси үрчү

1. Җенси үрчүнең җенессез үрчүдән өстенлеге нәрсәдә?
2. Җенессез юл белән үрчи торган организмнарга мисаллар китерегез.

Җенси үрчү ысуллары. Җенси үрчегәндә, һәр туган буын затлары ике специальләшкән гаплоидлы күзәнәк — ***гаметалар*** кушылуыннан барлыкка килә. Гаметалар ешрак ата һәм ана затларның махсус органнарында формалаша. Җенси үрчүнең биологик асылы ата-ана затларның генетик информациясе берләшүдән гыйбарәт. Мондый берләшү токымның генетик күптөрлелеген һәм аның чыдамлыгын арттыра.

Күрәсең, тарихи яктан борынгырак ике җенесле хайваннар ***гермафродитлар*** булгандыр, мәсәлән куышэчәклеләр, яссы һәм боҗралы суалчаннар, кайбер моллюсклар. Ләкин эволюция барышында *аерым җенеслеләр* өстенлек ала башлаган.

Ни өчен соң кайбер гермафродит төрләр хәзергә кадәр сакланган? Ике җенеслелекнең өстенлеге — үз-үзеннән аталану мөмкинлеге булуда. Бу, мәсәлән, эре паразит суалчаннар — хуҗа организмында, гадәттә, ялгыз гына очрый торган тасма суалчаннар өчен бик әһәмиятле. Аларның җенси парларын очрату ихтималы бик аз. Ләкин, әгәр андый мөмкинлек туса, гермафродитларда да читтән аталану күзәтелә, ягъни төрле ике затның гаметалары кушыла.

Җенси процесс бик күптән килеп чыккан. Аның иң гади формалары бактерияләрдә һәм иң түбән төзелешлеләрдә күзәтелә. Мәсәлән, инфузория-башмакчыкта җенси процесс ***конъюгация*** исемен алган. Бу процесста ике инфузория, якынаеп, бер-берсе белән генетик материал өлешләрен алмашалар. Нәтиҗәдә һәр икесе, әйләнә-тирәнең үзгәрүчән шартларында сакланып калу өчен, файдалы яңа үзлекләргә ия була. Ләкин затлар саны бу очракта артмый, шуңа күрә дә инфузорияләрдә була торган конъюгацияне үрчү дип түгел, ә бәлки җенси процесс дип йөртәләр.

Кайбер бер күзәнәкле организмнарда җенси процессның башка төре — ***копуляция*** күзәтелә. Әлеге процесста бербөтен күзәнәк-организмнар охшаш гаметаларга әйләнә, һәм алар, кушылып, зигота барлыкка китерә. Борынгырак организмнарда бер генә төр гаметалар формалаша; аларны ана дип тә, ата дип тә әйтеп булмый. Мондый типтагы җенси процесс ***изогамия*** дип атала. Ләкин эволюция про-

цессында ана гамета (күкәй күзәнәк) белән ата күзәнәк (сперматозоид) арасында шактый аерымлыклар барлыкка килә. Хәзерге вакытта күпчелек хайваннарда күкәй күзәнәкләр эре һәм хәрәкәтсез, ә сперматозоидлар бик кечкенә һәм хәрәкәтчән. Мондый типтагы җенси процесс (ике төр гамета формалашу очрагы) ***гетерогамия*** дип атала.

Күкәй күзәнәкләр. Хайваннарда күкәй күзәнәкләр ана җенес бизләрендә — ***күкәйлекләрдә*** формалаша. Гадәттә, алар — түгәрәк, чагыштырмача эре күзәнәкләр, цитоплазмасында туклыклы матдәләр күкәй сарысы рәвешендә була. Күкәй күзәнәкләр төшләрендә, ДНКдан тыш, булачак яралгының төп аксымнары структуралары турында информация язылган запас иРНКлар да була. Күзәнәктә күкәй сарысының ничек таралып урнашуына һәм микъдарына карап, хайваннарның күкәй күзәнәкләрен берничә төргә аералар. Мәсәлән, моллюскларда һәм ланцетникта күкәй сарысы күзәнәктә тигез таралып урнашкан, күзәнәк төше үзәктә, ә күкәй күзәнәк үзе кечкенә була. Кайбер балыкларда, кошлар, рептилияләр һәм йомырка салучы имезүчеләр күзәнәгендә күкәй сарысы күп һәм төше белән цитоплазма күзәнәкнең бер полюсына кысрыкланган. Бу хайваннарда күкәй күзәнәк үзе бик эре булырга мөмкин. Плацентар имезүчеләрдә күкәй күзәнәкләр кечкенә, аларның диаметры 0,1—0,2 мм. Аларда күкәй сарысы бөтенләй булмый, һәм яралгы ана организмнан туклану исәбенә генә үсә.

Сперматозоидлар. Хайваннарда сперматозоидлар ата җенес бизләрендә — ***орлыклыкларда*** формалаша. Күп хайваннарда, шул исәптән кешедә дә, орлыклар корсак ярысының үзенә бертөрле бүлтәеп торган өлешендә — орлыклык капчыгында урнашкан. Орлыклык капчыгы «физиологик суыткыч» ролен үти, шуның аркасында орлыклыкларда тән температурасына караганда түбәнрәк температура (33—34 °С) саклана. Сперматозоидларның нормаль өлгерүе өчен, мондый температура мәҗбүри шарт булып тора.

Гадәттә, сперматозоидлар — бик вак күзәнәкләр. Мәсәлән, кеше сперматозоиды башчыгының озынлыгы нибары 4,5—5,5 мкм. Башчыкның эчен бөтенләй диярлек хромосомаларның гаплоидлы җыелмасы белән төш; төзелеше белән центриольләргә охшаш структуралы муентык һәм митохондрияләр; сперматозоидны тулаем хәрәкәткә китерүче микрокөпшәчекләрдән торган койрык өлеше алып тора. Башчыкның алгы өлешендә үзгәргән Гольджи комплексы бар, ул *акросома* дип атала. Анда үзенә бертөрле фермент ясала, ул күкәй күзәнәкнең тышчасын эретә, аннан башка, аталану була алмый.

Гаметалар. Гермафродитлар. Конъюгация. Копуляция. Изогамия. Гетерогамия. Күкәйлекләр. Орлыклыклар.

1. Конъюгация популяциядән нәрсә белән аерыла?
2. Күкәй күзәнәкләр кайда формалаша?
3. Сперматозоидның акросомасы нәрсә өчен кирәк?

Чукканатлы латимерия балыгында күкәй күзәнәк диаметры 10 см, ә кимерчәкле сельдь акуласы балыгында 23 см га җитә.

§ 33 Җенес күзәнәкләренең үсеше

1. Гаметалар нинди бизләрдә өлгерә?
2. Гаметаларда хромосомалар җыелмасы нинди?

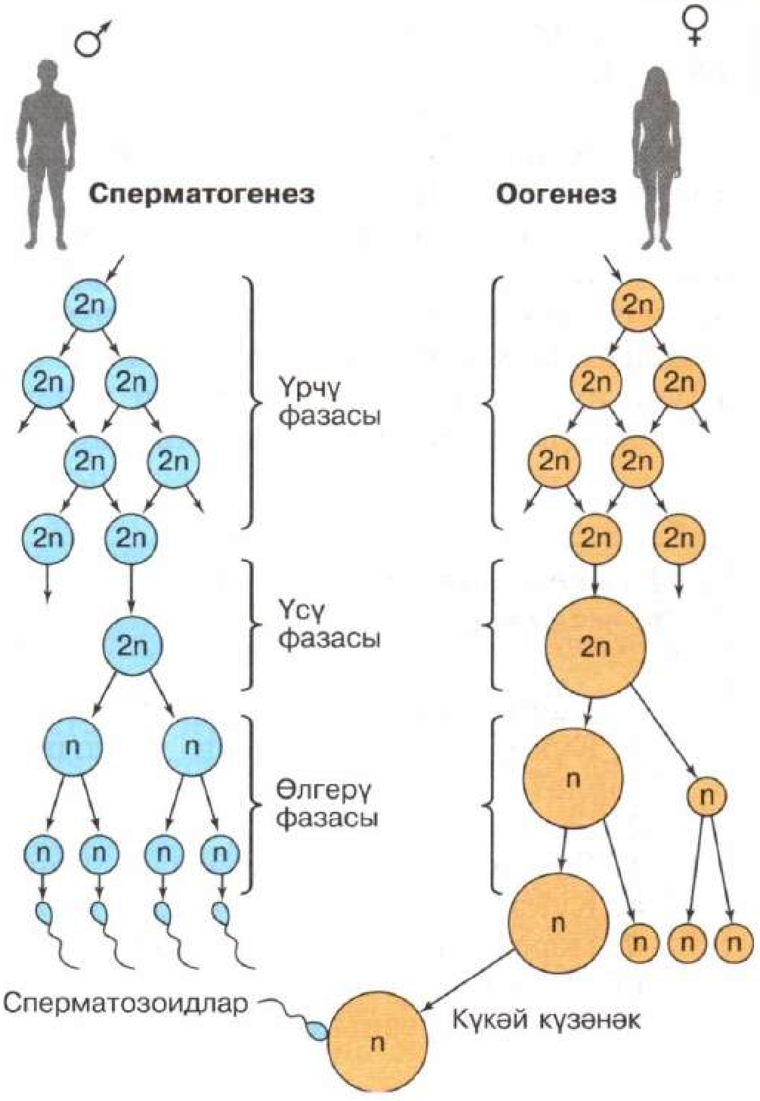
Гаметогенез. Җенес күзәнәкләре (гаметалар) формалашу процессы ***гаметогенез*** дип атала. Күкәй күзәнәкләрнең формалашуы ***оогенез дип,*** ә сперматозоидларның ***сперматогенез*** дип йөртелә. Бу ике процесс арасында уртаклык күп (51 нче рәсем), һәм аларда берничә фаза аерыла.

Гаметогенезның беренче фазасы — *үрчү фазасы.* Әлеге фаза барышында беренчел җенес күзәнәкләре митоз юлы белән күп тапкыр бүленә, әмма төшләрендә хромосомаларның диплоидлы җыелмасы саклана. Шул рәвешле, булачак гаметаларның саны арта. Имезүчеләрнең ата затларында (шул исәптән кешедә дә) бу процесс җенси өлгерү чоры башланганнан алып картаеп беткәнчегә кадәр бара. Ә менә имезүчеләрнең ана затларында беренчел җенес күзәнәкләре яралгының карындагы үсеше чорында гына бүленә һәм җенси өлгерүгә кадәр тынычлыкта кала.

Гаметогенезның икенче фазасы — *үсү фазасы.* Бу чорда булачак сперматозоидлар һәм күкәй күзәнәкләр зурая, ДНК репликациясе бара, алдагы бүленүләр өчен кирәкле матдәләр туплана.

Гаметогенезның өченче фазасын *өлгерү фазасы* дип йөртәләр. Әлеге фаза вакытында гаметалар мейоз юлы белән бүленә, нәтиҗәдә һәрбер диплоидлы күзәнәктән гаплоидлы 4 күзәнәк барлыкка килә.

Сперматогенез һәм оогенезның үзенчәлекләре. Сперматозоидлар өлгергәндә, дүрт бала күзәнәкнең һәрберсе күкәй күзәнәкне аталандырырга сәләтле. Ә инде күкәй күзәнәкләр өлгергәндә, мейотик



51 нче рәсем. *Кешедә гаметогенез схемасы*

бүленү үзгәрәк бара: бала күзәнәкләргә цитоплазма тигез бүленми. Шул сәбәпле барлыкка килгән дүрт күзәнәкнең берсе генә яшәргә сәләтле була, ә калган өчесе туклыклы матдәләре бик аз булган ***юнәлдергеч тәнчекләргә*** әверелә (51 нче рәсем), һәм аннары алар таркала. Юнәлдергеч тәнчекләр барлыкка килүнең асылы аталануга сәләтле күкәй күзәнәкләрнең санын киметүдән гыйбарәт. Һәм нәтиҗәдә өлгергән күкәй күзәнәктә туклыклы матдәләр микъдары җитәрлек була.

Сперматогенезда тагын бер фазаны аерып күрсәтәләр. Бу соңгысы — *формалашу фазасы*. Аның асылы — сперматозоидларда үзенә бертөрле җайланмалар, атап әйткәндә, камчы барлыкка килүдә, һәм алар хәрәкәтчән булалар.

Хатын-кыз эмбрионында күп санлы күкәй күзәнәкләр башлангычы булуга карамастан, аларның азы гына өлгерә. Хатын-кызның бала тудыруга сәләтле чорында 400 гә якын гына күкәй күзәнәк тулысынча формалаша. Ә ирләрнең гомере буена бик күп — 10^{10} нә кадәр сперматозоид өлгерә.

Әйткәнебезчә, туачак кыз балада оогенез эмбриональ стадияләрдә үк башлана, һәм туу моментына аның организмында инде яралачак күкәй күзәнәкләрнең тулы җыелмасы була. Алар күкәйлекләрдә җенси өлгерү чорына кадәр хәрәкәтсез саклана, ә аннары гормоннар тәэсирендә ай саен күкәй юлына керә һәм аналыкка таба юнәлә. Нәкъ менә шулчакта аталану булырга мөмкин. Күкәй күзәнәк күкәйлектән чыгар алдыннан, мейозның беренче бүленүе тәгалләнә,

ә икенче бүленү метафазага кадәр бара. Әгәр аталану булса, ул шуннан соң гына тәмамлана.

Бүленү вакытында җенес күзәнәкләре төрле зарарлы факторларга: радиация, химик матдәләр (алкоголь, наркотиклар, агу һ.б.) тәэсиренә аеруча сизгер. Организмда сизелерлек үзгәрешләргә китермәгән радиация дозасы гаметаларга шактый зыян салырга мөмкин. Уңайсыз йогынтылар аеруча күкәй күзәнәкләр өчен куркыныч, чөнки бу күзәнәкләр әле эмбрионда чагында ук формалаша башлый, һәм аларның запасы гомер буена артып тормаска мөмкин. Шуңа күрә туачак балада күкәй күзәнәккә ясалган һәрбер зарарлы йогынтыдан генетик тайпылыш барлыкка килү ихтималы арта.

Гаметогенез. Оогенез. Сперматогенез. Юнәлдергеч тәнчекләр.

1. Хайваннарда җенес күзәнәкләре кайда формалаша?
2. Күкәй күзәнәкләрнең зурлыгы, кагыйдә буларак, нәрсәгә бәйле?
3. Гаметогенез нинди фазаларга бүленә?
4. Сперматозоидның төзелеш үзенчәлекләре нинди?
5. Күкәй күзәнәк өлгергәндә, митоз кайчан, кайда тәгәлләнә?
6. Нәрсә ул юнәлдергеч тәнчекләр? Аларның барлыкка килүенең асылы нәрсәдә?
7. Гаметогенезның нормаль барышын нәрсә бозарга мөмкин?

Күкәй күзәнәкне аталандыру өчен, орлыклык сыекчасында була торган сперматозоидлар кирәклеген XVIII гасырда Италия аббаты (дин әһеле) Ладзаро Спалланцани раслый. Ул гөберле һәм үлән бакаларының аталарына «туй чоры»нда махсус ефәк штаннар кигезә, шунлыктан орлыклык сыекчасы ана бакаларның күкәй күзәнәкләрен аталандыра алмый, һәм бер чукмарбаш та барлыкка килми.

§ 34 Аталану

1. Тышкы аталану кайсы хайваннарда очрый?
2. Нинди үсемлекләрдә икеләтә аталану күзәтелә?
3. Чәчәкнең кайсы өлешендә күкәй күзәнәк үсә?

Аталану һәм аның типлары. Гаметалар кушылу процессын ***аталану*** дип атыйлар. Аталану нәтиҗәсендә, күкәй күзәнәк һәм сперматозоид хромосомалары бер төштә булып чыга, яңа организмның беренче күзәнәге — ***зигота*** ярала.

Кайда узуына карап, аталану ике типта була.

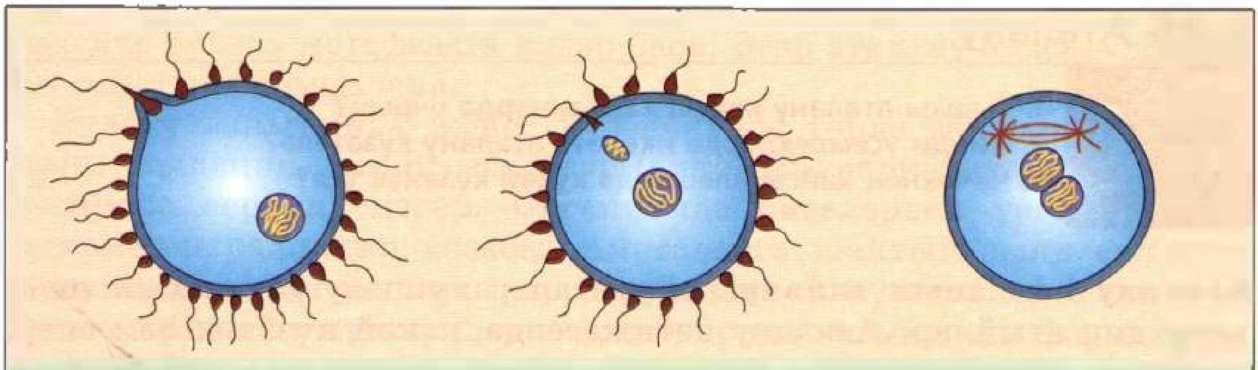
Тышкы аталану ана организмыннан читтә, гадәттә, сулы тирәлектә була. Бу — балыкларга, җир-су хайваннарына, күпчелек моллюскларга, кайбер суалчаннарга хас.

Коры җирдә яшәүче барлык тереклек ияләренә һәм судагы кайбер төрләренә *эчке* аталану хас, бу очракта сперматозоид белән күкәй күзәнәкнең «очрашуы» ана затның җенес юлларында була.

Имезүчеләрдә аталану ана затның күкәй юлында уза. Анда аналыкка таба юнәлгән күкәй күзәнәк сперматозоидлар белән очраша, биредә аларның контактына (бәйләнешенә) күкәй күзәнәк бүлеп чыгарган махсус химик матдәләр булыша. Бу матдәләр сперматозоидларны активлаштыра һәм аларга күкәй күзәнәкне «танырга» ярдәм итә. Күкәй күзәнәккә орынганда, сперматозоидның акросомасы таркала, шулчак андагы фермент — гиалуронидаза — күкәй күзәнәкнең тышчасын эретә башлый (52 нче рәсем). Ләкин бер сперматозоид бүлеп чыгарган гиалуронидаза микъдары гына җитми; меңләгән сперматозоидның шушы ферментны бүлеп чыгаруы кирәк. Шул очракта гына аларның берсе күкәй күзәнәккә үтеп керергә мөмкин. Үтеп керүгә үк, күкәй күзәнәк тирәли нык махсус тышча ярала, һәм ул аңа башка сперматозоидлар эләгүен тоткарлый.

Сперматозоидның төше күкәй күзәнәк цитоплазмасында якынча аның төше зурлыгына җитеп үсә. Төшләр бер-берсенә таба хәрәкәтләнә һәм кушыла. Шул рәвешле барлыкка килгән күзәнәктә — зиготада — хромосомаларның диплоидлы җыелмасы торгызыла, һәм аннары ул бүлгәләнә башлый.

Шулай итеп, кешегә аталану өчен бер генә сперматозоид кирәк. Ләкин аталану хатын-кызның җенес юлларына берьюлы 300 млн га якын сперматозоид эләккәндә генә мөмкин! Хәтта алар 2 млн гына булса да, аталану булмый. Шулкадәр санда сперматозоид ни өчен кирәк соң?



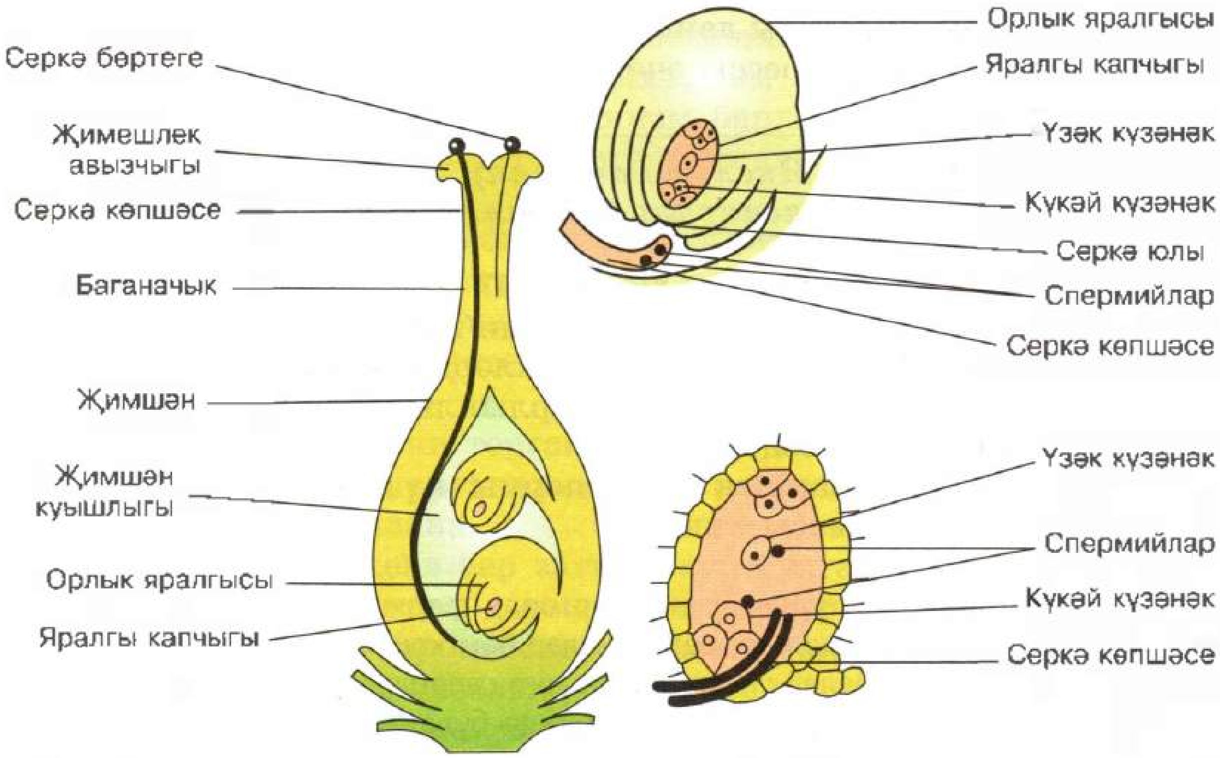
52 нче рәсем. *Имезүчеләрдә аталану схемасы*

Сперматозоидларга аналык һәм күкәй юлы буйлап озак һәм катлаулы юл үтәргә туры килә. Бөтен сперматозоид та моны үтә алмый. Әгәр сперматозоид белән кешенең зурлыкларын чагыштырсак, кешегә, сперматозоид юлына охшаш араны үтү өчен, 10 км йөгерергә кирәк булыр иде. Моннан тыш, сперматозоидлар күкәй юлы буйлап сыекча агымына каршы хәрәкәтләнә, бу үзе өстәмә тоткарлыклар тудыра. Ниһаять, әйткәнебезчә, күкәй күзәнәк тышчасын эретү өчен җитәрлек микъдарда гиалуронидаза бүленеп чыксын өчен, шулай ук сперматозоидларның күп санлы булуы кирәк.

Икеләтә аталану. Аталануның үзенә бер төре иң күп санлы һәм киң таралган үсемлекләр төркемен — ябыкорлыклыларны характерлый. Ул икеләтә аталану дип йөртелә.

Серкәчләрнең серкәлекләрендә ана күзәнәкләреннән мейоз нәтиҗәсендә гаплоидлы ***микроспоралар*** ясала. Һәр микроспора, бүленеп, шулай ук гаплоидлы ике күзәнәк — ***серкә бөртеген*** формалаштырган *вегетатив* һәм *генератив* күзәнәкләр барлыкка китерә. Серкә бөртеге ике тышча белән каплана. Серкә бөртеге *ата гаметофит* булып тора. Ул җимешлек авызчыгына эләккәндә (53 нче рәсем), вегетатив күзәнәк үсә һәм *серкә көпшәсен* барлыкка китерә, анысы җимешлеккә омтыла. Генератив күзәнәк серкә көпшәсенә күчә, хәрәкәтсез ике *спермий* барлыкка китереп бүленә.

Җимчәндә ана күзәнәгеннән мейоз нәтиҗәсендә гаплоидлы дүрт ***мегаспора*** барлыкка килә. Аларның өчесе үлә, ә берсе, бүленүен дәвам итеп, гаплоидлы берничә күзәнәкле ***яралгы капчыгын*** фор-



53 нче рәсем. *Ябыкорлыклыларда икеләтә аталану*

малаштыра, ул күзәнәкләрнең берсе *кукәй күзәнәк* була. Гаплоидлы ике күзәнәк, кушылып, диплоидлы *үзәк күзәнәкне* барлыкка китерә. Яралгы капчыгы *ана гаметофит* булып тора. Серкә көпшәсе орлык яралгысына (орлыкбөрегә) үтеп кергәч, спермийларның берсе кукәй күзәнәкне аталандыра, һәм диплоидлы зигота барлыкка килә. Икенче спермий яралгы капчыгының үзәк күзәнәге белән кушыла. Шулай итеп, ябык орлыклы үсемлекләрдә аталану вакытында ике кушылу, ягъни икеләтә аталану була. Беренчесе нәтиҗәсендә зигота барлыкка килә, аннан орлыкның диплоидлы яралгысы үсеш ала, ә икенчесе нәтиҗәсендә триплоидлы үзәк күзәнәк барлыкка килә, анысыннан аннары *эндосперм* (туклыклы матдәләрне туплагыч тукыма) формалаша. Әлеге матдәләр белән яңа үсемлекнең үсә торган яралгысы туклана. Бу процессны 1898 елда рус ботанигы С. Г. Навашин ача.

Җенессез һәм җенси үрчүнең әһәмияте. Ике төрле үрчү ысулын — җенессез һәм җенси үрчүне чагыштырып, шундый нәтиҗә ясый алабыз: җенессез үрчү ата-ананың генетик күчермәсе булган затлар тууына китерә. Бу ысул әйләнә-тирәнең стабиль, үзгәрмәүчән шартларында үрчү өчен бик яхшы. Җенси үрчү, киресенчә, ата-ана геннарының төрлечә берләшүенә һәм, димәк, буыннар төрлелегенә

китерә. Үрчүнең бу ысулы даими үзгәреп торган яшәү шартларында төрнең эволюцион прогрессы өчен әһәмиятле.

Аталану. Зигота. Икеләтә аталану. Микроспоралар. Серкә бөртеге. Мегаспоралар. Яралгы капчыгы.

1. Нинди процесс аталану дип атала?
2. Зиготада хромосомаларның нинди җыелмасы була?
3. Ни өчен ябык орлыклы үсемлекләрдә аталану процессы икеләтә аталану дип йөртелә? Ябыкорлыклыларда икеләтә аталануның өстенлеге нәрсәдә?
4. Ябыкорлыклыларның эндоспермы күзәнәкләрендә хромосомаларның җыелмасы нинди?

Партеногенез. Женси үрчүнең үзенә бертөрле формасы булып кайбер үсемлекләрдә, бөҗәкләр, суалчаннар, рептилияләр һәм кошларда очраучы партеногенез тора. Мондый ысул белән үрчегәндә яшәргә сәләтле затлар аталанмаган күкәй күзәнәктән үсә башлый. Партеногенез, кагыйдә буларак, күпләп үлә торган хайваннарда яки ана зат белән ата затның очрашуы кыенлашкан шартларда яшәүче төрләрдә күзәтелә. Мәсәлән, бал кортларының ата затлары – соры кортлар – партеногенетик үсеш ала. Галимнәр кешенең күкәй күзәнәген ясалма активлаштыру һәм аннан аталанусыз бала организмы үстерү мөмкинлеген исбатлады, ләкин бу очракта сәламәт бала күтәргә туры килми, һәм мондый тәҗрибәләр тыелган.

Кайбер хайваннарда аталану үзенчәлекләре. Аталану, гадәттә, сперматозоидлар ана организмына кергәннән соң була. Ләкин ярканатлар көзен кушыла, ана ярканат организмына кергән сперматозоидлар анда кыш чыга, ә аталану, күкәй күзәнәк өлгергәч, язын гына була.

Кайбер диңгез ташбакалары бернечә елга бер генә тапкыр кушыла, ләкин шул кушылудан соң, ана зат күп еллар дәвамында яралгылары нормаль үсеш алган йомыркалар сала.

§ 35 Онтогенез – организмның индивидуаль үсеше

1. Нәрсә ул онтогенез?
2. Зиготада хромосомаларның җыелмасы нинди була?

Онтогенез. Затларның яши башлавыннан алып гомеренең ахырына кадәр дәвам иткән индивидуаль үсеш процессы ***онтогенез*** дип ата-

ла. Бактерияләрдә һәм иң түбән төзелешлеләрдә онтогенез күзәнәк циклы белән тулысынча туры килә, һәм ул, ана күзәнәк бүлену нәтиҗәсендә, бер күзәнәкле организм барлыкка килүдән башлана, ә ахыры бу организмның чираттагы бүленүе яки уңайсыз йогынтылардан үлеме белән бетә.

Онтогенез җенессез юл белән үрчи торган күп күзәнәкле төрләрдә ана организмның бер төркем күзәнәкләре аерылудан башлана (мәсәлән, гидраның бөреләнүен искә төшерегез), алар, митоз юлы белән бүленеп, барлык системалары һәм органнары булган яңа зат формалаштыра.

Җенси юл белән үрчи торган төрләрдә онтогенез, күкәй күзәнәк аталанганнан соң, яңа организмның беренче күзәнәге — зигота барлыкка килүгә үк башлана.

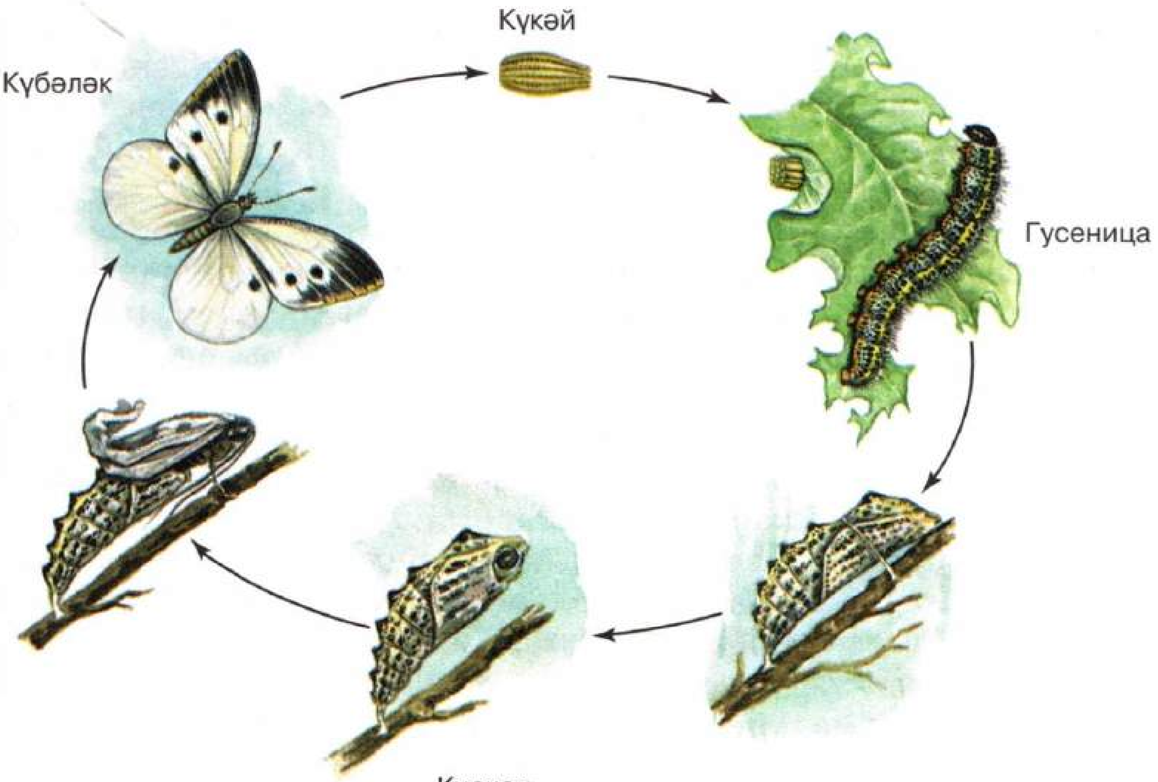
Онтогенез ул кечкенә бер затның зур булганчы үсүе генә түгел. Бу — организмның бөтен дәрәҗәләрендә зур төгәллек белән барган гаять катлаулы процесслар тезмәсе, алар нәтиҗәсендә шул төр затларга гына хас төзелеш, тереклек процесслары, үрчү сәләте үзенчәлекләре формалаша. Онтогенез закончалы рәвештә картаюга һәм үлемгә китергән процесслар белән төгәлләнә.

Ата-ана геннары аша яңа буын, бөтен гомер юлын уңышлы үтү өчен, организмда нинди үзгәрешләр булырга тиешлеге турында үзенә бертөрле киңәшләр ала. Шулай итеп, онтогенез нәселдәнлек информациясен тормышка ашыручы булып тора.

Онтогенез типлары. Хайваннарда онтогенез өч типта: личинка стадиясендә, йомырка эчендә һәм карында күзәтелә.

Личинка стадияле үсеш, мәсәлән, бөҗәкләрдә, балыклар һәм җир-су хайваннарында очрый. Аларның күкәй күзәнәкләрендә сары матдә аз була, һәм зигота бик тиз мөстәкыйль туклана һәм үсә торган личинкага әйләнә. Аннары күпмедер вакыттан ***метаморфоз*** була — личинка олы бөҗәккә әверелә (54 нче рәсем). Кайбер төрләрдә хәтта әверелешләрнең тулы тезмәсе күзәтелә: башта бер личинка икенчесенә һәм аннары гына олы затка әверелә. Личинкалар тереклегенең нигезе аларның олы зат тукланган азык белән тукланмавыннан һәм, шул рәвешле, төрнең азык базасын арттырудан гыйбарәт булырга мөмкин. Мәсәлән, гусеницалар туклануы (яфрак) белән күбәләкләрнекен (нектар) яисә чукмарбаш (зоопланктон) һәм бака туклануын (бөҗәкләр) чагыштырыгыз. Моннан тыш, личинка стадиясендә күп төрләр яңа территорияләргә актив тарала. Мәсәлән, ике кабырчыклы моллюск личинкалары йөзәргә сәләтле, ә олы затлары бөтенләй хәрәкәтләнми.

Онтогенезның йомырка эчендәге тибы рептилияләрдә, кошларда һәм йомырка сала торган имезүчеләрдә күзәтелә, аларның күкәй



54 нче рәсем. *Күбәләкнең тереклек циклы*

күзәнәкләре сары матдәгә бай. Андый төрләрнең яралгысы йомырка эчендә үсә; личинка стадиясендә булмый.

Онтогенезның карындагы тибы күпчелек имезүчеләрдә, шул исәптән кешедә дә күзәтелә. Бу очракта үсүче яралгы ана организмында тоткарлана, вакытлыча орган — ***плацента*** ясала, аның аша ана организмы үсүче эмбрионның бөтен ихтыяҗларын: сулау, туклану, бүлеп чыгару һ.б.ны канәгатьләндерә. Карындагы үсеш баланың тууы белән тәгамләнә.

Онтогенез чорлары. Күп күзәнәкле хайваннарда онтогенезның теләсә нинди төре ике чорга: *эмбриональ* һәм *постэмбриональ* чорларга бүленә.

Эмбриональ чор аталанудан башлана һәм барлык органнар системалары булган катлаулы күп күзәнәкле организм формалашу процессы булып тора. Бу чор личинканың үз кабыгыннан чыгуы белән (личинка стадиясендәге үсеш тибында), йомыркадан өлгергән затның чыгуы (йомырка эчендәге үсеш тибында) яки бала туу белән (карындагы үсеш тибы булганда) тәмамлана.

Постэмбриональ чор эмбриональ чор бетүдән башлана. Ул җенси өлгерүне, олылык халәтен, картаюны үз эченә ала һәм үлем белән тәгамләнә.

Онтогенезның чорлары һәм сроклары тере организмнарның төрле төркемнәрендә бик нык аерыла. Мәсәлән, умырткалыларның бик күбесендә тереклек иясе гомеренең күбрәк өлешен олылык халәтендә яши. Киресенчә, күп бөҗәкләрдә олылык стадиясе иң кыскасы, ул, яңа буын биреп калдыру өчен, нибары бернича сәгать кенә дәвам итә. Хайваннар, үсемлекләр һәм гөмбәләрнең тереклек циклларында аерымлыклар бик зур.

Онтогенез. Онтогенез типлары. Метаморфоз. Плацента.

1. Беркүзәнәклеләр онтогенезы күпкүзәнәклеләр онтогенезыннан нәрсә белән аерыла?
2. Хайваннарда онтогенезның нинди типлары күзәтелә? Аларның үзенчәлекләре нәрсәдә?
3. Крокодилда эмбриогенезның эмбриональ чоры нәрсә белән тәмамлана?
4. Плацентаның функцияләре нинди?

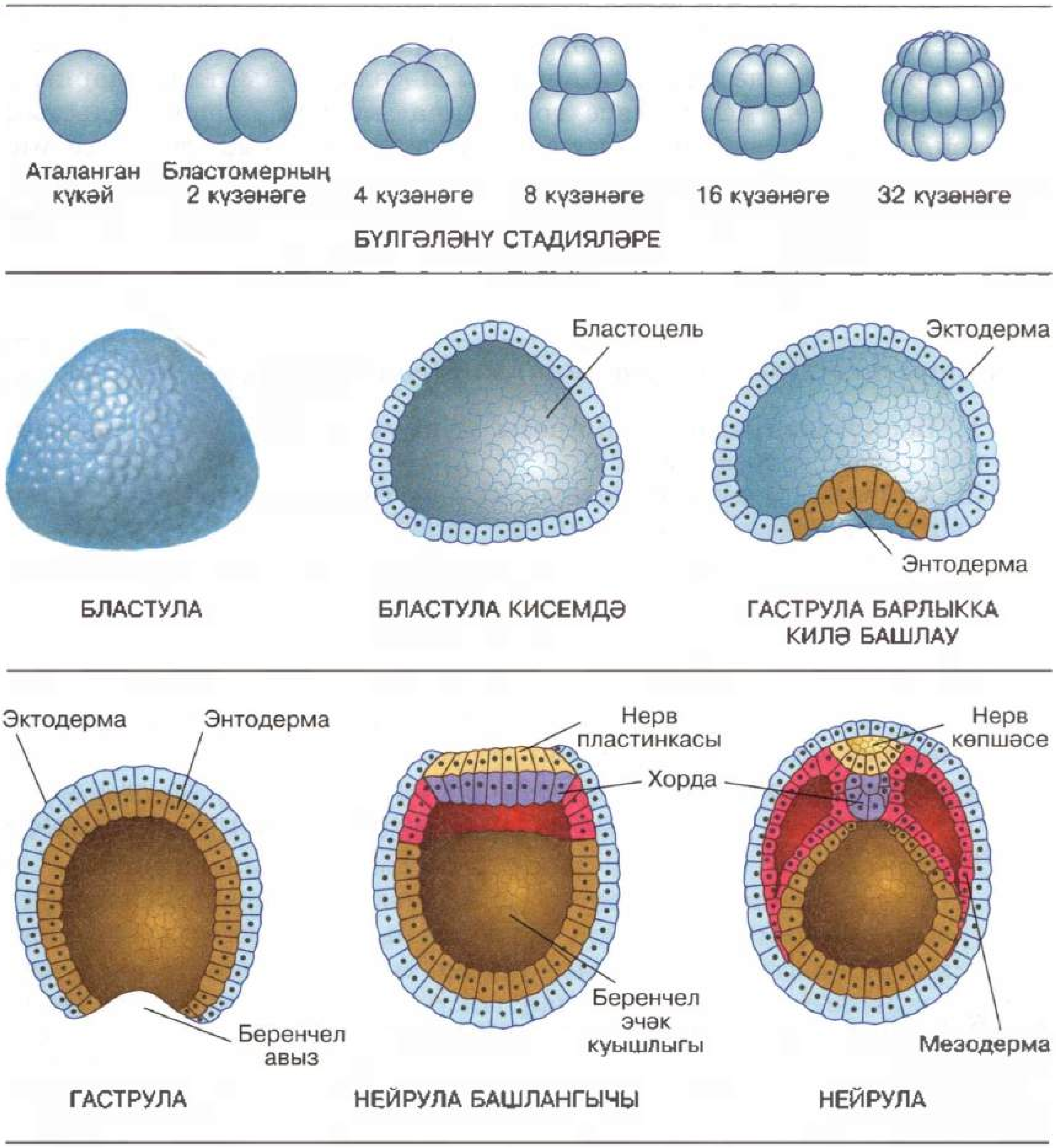
Кайбер хайваннар онтогенезның башлангыч стадияләрендә, мәсәлән личинка стадиясендә, җенси юл белән үрчи, бу *неотения* дип атала. Неотения, мәсәлән, җир-су хайваны Мексика амбистомасына хас, ул табигый шартларда гомере буена личинка булып калырга сәләтле. Личинка суда тереклек итә, шунда үрчи дә. Ул аксолотль дип йөртелә һәм калкансыман биз гормоны йогынтысында амбистомага әверелә.

§ 36 Индивидуаль үсеш. Эмбриональ чор

1. **Зигота бүлгәләнгәндә барлыкка килгән күзәнәкләр ничек дип атала?**
2. **Сез яралгы җәймәләренең нindiләрен беләсез?**

Онтогенезның эмбриональ чоры. Эмбрион үсешен күкәй күзәнәкләре туклыклы матдәләргә бик ярлы булган хайваннар мисалында тикшерик. Андый хайваннарга плацентар имезүчеләр, шул исәптән кеше дә керә.

Аталану нәтиҗәсендә барлыкка килгән зиготаның *бүлгәләнүе* күкәй юлында ук башлана. Беренче бүленү вертикаль яссылыкта



55 нче рәсем. *Ланцетникның аталанган күкәй күзәнәге бүлгәләнү һәм яралгы җәймәләре барлыкка килү*

була, һәм бертөрле ике күзәнәк — *бластомерлар* барлыкка килә. Алар аерылмый, ә тагын бер тапкыр бүленә (55 нче рәсем), нәтиҗәдә инде 4 бластомер ясала. Болары барысы да бүленә, ләкин горизонталь яссылыкта. Бластомерлар бүленүе бер-бер артлы тиз булган-

лыктан, алар үсәргә өлгермиләр. Шуңа күрә бүлгәләнүнең башлангыч стадияләрендә ***морула*** дип аталган бластомерлар төере зиготадан зур булмый. Берничә бүленүдән соң, бластомерлар саны 32 гә җиткәч, алар стенкалары бер рәт күзәнәкләрдән торган эче куыш шар барлыкка китерәләр. Бу шар ***бластула*** дип атала (55 нче рәсем). Бластула эчендәге куышлык тәннең беренчел куышлыгы, яки ***бластоцель*** була. Кешедә бластула аталанганнан соң алтынчы көнгә күкәй юлыннан аналык куышлыгына чыга, ә җиденче көнгә аның стенкасына батып керә. Әлеге процесс яралгы *имплантациясе* дип атала. Моннан соң бластуланың бер полюсында аның күзәнәкләре икенче полюстагыга караганда тизрәк бүленә һәм бластоцель эченә бата башлый. Бу процесс *гаструляция* дигән исемне ала (55 нче рәсем). Тиздән эчкә баткан күзәнәкләреннән яралгы күзәнәкләренең икенче, эчке катлавы барлыкка килә. Мондый ике катлы шар ***гаструла*** дип атала. Гаструланың тышкы стенкасы — яралгының тышкы җәймәсе, яки ***эктодерма***, ә эчкесе яралгының эчке җәймәсе, яки ***энтодерма*** була. Гаструла эчендәге куышлык — *беренчел эчәк*, ә аның ачыклыгы *беренчел авыз* дип йөртелә.

Экто- һәм энтодерма арасындагы чиктә урнашкан күзәнәкләрдән яралгының урта җәймәсе, яки ***мезодерма*** үсә. Без әле генә эмбриональ үсешен тикшергән умырткалы хайваннарда беренчел авыз урынына эмбриогенез процессында анальь тишек ясала, ә чын (икенчел) авыз яралгының капма-каршы полюсында барлыкка килә. Шуңа күрә имезүчеләрне (барлык хордалы хайваннар кебек) *икенчел авызлыга* кертәләр.

Гаструладан соң яралгы үсешенең ***нейрула*** стадиясе килә. Бу стадиядә яралгының *нерв көпшәсе* һәм *хорда* кебек әһәмиятле өлешләре формалаша. Нерв көпшәсе яралганда, эктодерма күзәнәкләренең бер өлеше башта пластинка, ә аннары яралгының арка ягы буразнасын барлыкка китерә (55 нче рәсем). Буразнаның кырыйлары йомыла, һәм эктодерма астында яткан нерв көпшәсе ясала. Яралгының алдагы үсешендә нерв көпшәсенең алгы өлешеннән — баш мие, ә арткысыннан арка мие формалаша.

Шулай итеп, онтогенезның эмбриональ чорының башлангыч стадияләрендә үк тышкы яктан бертөрле бластомерлардан төзелешләре һәм функцияләре буенча төрле тукымалар, органнар һәм системалар үсеш ала. Әлеге процесс *күзәнәкләр дифференцировкасы* (аерымлануы) дигән исем ала. Ул яралгының төрле күзәнәкләрендә геннарның төгәл аныкланган төрле төркемнәре активлашуына бәйләнгән. Бу нәрсә күзәнәкләрдә эшләп торган аксымнар җыелмаларында һәм, димәк, аларда барган химик реакцияләрдә, бластомерларны тәшкил иткән структуралар төзелешендә дә аерымлыкларга китерә.

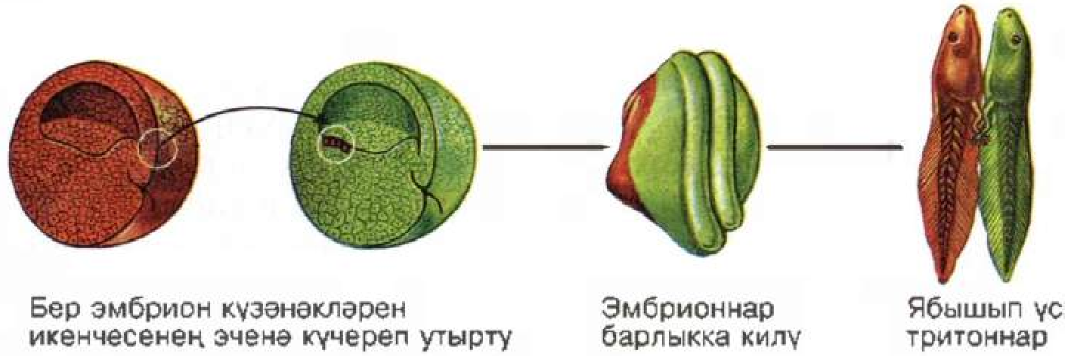
Шулай итеп, күзәнәкләрнең дифференцировкасы процессында умырткалыларда эктодермадан нерв көпшәсе үсә, ә аннан баш һәм арка миләре, шулай ук сизү органнары формалаша. Моннан тыш, эктодермадан тиренең тышкы катлавы үсә.

Энтодерма умырткалылар организмының эчке куышлыгын түшәгән тукымаларга башлангыч бирә, шулай ук бавыр, үпкә, ашказаны асты бизен барлыкка китерә.

Мезодермадан кимерчәк һәм сөяк скелеты, мускуллар, бөер, йөрәк-кан һәм җенес системалары үсә.

Үсеш алган яралгы өлешләренең бер-берләренә йогынтысы. Зигота бүлгәләнә генә башлаганда, барлык бластомерлар да «тигез хокуклы» була: әгәр тритон яралгысы 16 гына бластомерлы чагында бластомерларның берсен сак кына аерып алсак, аннан билгеле бер шартларда сәламәт тритон үстерергә мөмкин. Кроликларда (һәм, мөгаен, кешедә дә) бластомерлар арасындагы мондый «тигезлек» аларның дүртле стадиясенә кадәр генә саклана. Аннары күзәнәкләрнең тыштан күренеп тормаган дифференцировкасы башлана, һәм ул әлеге бластомерлардан яралгының төрле өлешләре һәм органнары үсүгә китерә. Яралгының бөтен өлешләре бер-берсенә йогынты ясый, әгәр аны бозсаң, төзек организм үсә алмый. Мондый йогынтылар ***эмбриональ индукция*** дип йөртелә. Мәсәлән, әгәр тритон яралгысының арка ягы эктодермасыннан күзәнәкләр алып, башка яралгының корсак ягына күчереп ялгасаң, бу урында икенче яралгы тукымаларыннан нерв көпшәсе, хорда, мускул сегментлары үсә башлый (56 нчы рәсем). Шулай итеп, күчереп утыртылган күзәнәкләр, ***индуктор*** ролен үтәп, тирә-як тукымаларны үзгә «план» буенча үсәргә мәҗбүр итә. Мондый тәҗрибә нигезендә корсак стенкалары ябышып үскән ике тритон яралгысы алырга мөмкин.

Эмбрион үсешенә әйләнә-тирә шартларының йогынтысы. Эмбриональ чорда теләсә нинди организмның үсеше әйләнә-тирә шарт-



56 нчы рәсем. *Эмбриональ индукция. Г. Шпеман тәҗрибәләре схемасы*

ларына бәйле. Бу аеруча умырткасыз хайваннарда сизелә. Кош йомыркалары әйләнә-тирәдән тулысынча аерымланган, ә яралгы өчен уңайлы температураны кош үз балаларын утырып чыгарганда тәэмин итә. Плацентар имезүчеләрдә яралгы белән әйләнә-тирә арасындагы «арадашчы» булып ана организмы хезмәт итә: эмбрион туклыклы матдәләрне, кислород һәм җылыны аңардан ала.

Яралгының интенсив бүленә торган күзәнәкләре уңайсыз шартларга гаять сизгер, ә алар формалашып килгән организмда төрле тайпылышлар китереп чыгарырга мөмкин. Эмбрионга плацента аша үтеп керергә сәләтле химик матдәләр йогынтысы аеруча куркыныч. Атап әйткәндә, андый матдәләргә алкоголь һәм никотин керә. Тәмәке тартучы яки эчүче анадан туган бала тыштан сәламәт күренсә дә, аның нерв һәм эндокрин системалары барыбер зарарланган була. Ул гына да түгел, бала алкогольгә яки никотинга бәйле булып туа.

Морула. Бластула. Бластоцель. Гаструла. Нейрула. Эктодерма. Энтодерма. Мезодерма. Эмбриональ индукция.

1. Имезүчеләрнең эмбриональ үсешендә нинди этапларны аерып күрсәтәләр?
2. Икенчел авызлыларга кайсы хайваннар керә?
3. Нинди яралгы җәймәсеннән хорда һәм ниндидән нерв көпшәсе ясала?
4. Нәрсә ул тәннең беренчел куышлыгы?
5. Организмның эмбриональ чорындагы үсешенә әйләнә-тирә нинди йогынты ясый?

Беренче микроскопистларга, кукәй күзәнәкләрне һәм сперматозоидларны өйрәнгәндә, җенес күзәнәкләренең эчендә кешенең кечкенә яралгылары — *гомункулуслар* утырган сыман тоелган. Бу галимнәрнең кайберләре гомункулус күкәй күзәнәктә утыра дип, ә сперматозоид гомункулусны үсәргә мәҗбүр итү өчен кирәк дип исәпләгән. Икенчеләре гомункулус сперматозоидта утыра һәм аннары аны күкәй күзәнәккә күчерә, шунда гомункулустан бала үсә дип санаган. Мондый карашлар XVIII гасыр уртасына кадәр дәвам иткән.

§ 37 Индивидуаль үсеш. Постэмбриональ чор

1. Биогенетик законның эчтәлеген искә төшерегез.
2. Ни өчен тавыкның һәм кроликның аталанган күкәй күзәнәкләре төрлечә бүленә?

Постэмбриональ үсеш һәм аның чорлары. Постэмбриональ үсеш яңа зат йомырка кабыгыннан яки (терелдәй тудырганда) ана организмыннан чыккач та башлана. Ул өч чорга: *яшүсмерлек, җитлегү* һәм *картаю* чорларына бүленә.

Беренче чор — ***яшүсмерлек (ювениль чор)*** — организм җенси өлгереп беткәнче дәвам итә. Бу чорда аның үсеше ике төрле юл белән узарга мөмкин. Әгәр йомыркадан яки ана организмыннан олы затка охшаган, ләкин аннан кечкенәрәк һәм җенес системасы формалашмаган зат чыга икән, ***туры үсеш*** була. Икенче тип — ***туры булмаган*** үсеш, ул метаморфоз (әверелешләр) белән уза. Ювениль чор һәрвакыт организмның үсүе белән характерлана. Үсү процессы, бер яктан, генетик программага салынган булса, икенче яктан, яшәү шартларына бәйле. Кечкенә аквариумдагы балык беркайчан да табигый шартларда үскәннәр зурлыгын куып җитә алмый. Шул ук вакытта әгәр балыкларны ювениль чорда кечкенә аквариумнан зурга күчерсәң, күчерелгән балыклар күчермәгәннәренә караганда зуррак булып үсә. Кешенең үсүен гипоталамус, гипофиз, калкансыман биз һәм җенес бизләрендә эшләнеп чыккан күп кенә гормоннар контрольдә тота.

Постэмбриональ үсешнең икенче чоры — ***җитлегү***, ягъни ***пубертат*** чор. Күпчелек умырткалы хайваннарда ул, кагыйдә буларак, тереклек итүнең озаграк өлешен алып тора.

Өченче чор — ***картаю.*** Картаю ул — тере организмнарга хас гомумбиологик закончалык. Һәр төр билгеле бер яшькә җиткәч, аның организмында үзгәрә барган яшәү шартларына җайлашу мөмкинлекләрен киметә торган үзгәрешләр башлана.

Тормыш шартларын яхшырту, балаларның үлем-җитемен киметү, күп авыруларны җиңү — болар барысы да гомер озаюына китерә. Бу күрсәткеч, әгәр XVI—XVII гасырларда нибары 30 яшь булса, хәзер алга киткән илләрдә ир-атлар өчен 75 яшь, хатын-кызлар өчен 80 яшь. Һичшиксез, бу әле чик дигән сүз түгел, йөрәк-кан тамырлары, яман шеш авыруларын җиңү кешенең гомерен 120—140 яшькә кадәр озайтачак. Моның өчен, әлбәттә, кешеләрнең сәламәт яшәү рәвеше алып барулары, үзләрен алкоголь һәм никотин белән агулаудан туктаулары мөһим.

Үлем ул — организмның тереклек эшчәнлеге тукталу. Ләкин үлем эволюцион процесс өчен кирәк. Үлем булмаса, эволюцияне этәрә торган көчләрнең берсе — буыннар алмашы булмас иде.

Постэмбриональ үсеш чорлары: яшүсмерлек (ювениль чор), җитлегү (пубертат чор), картаю. Туры һәм туры булмаган (әверелешле) үсеш.

1. Постэмбриональ үсеш нинди чорларга бүленә? Аларның һәркайсы нәрсә белән үзенчәлекле?
2. Тышкы тирәлек организм үсешенә нинди йогынты ясый?
3. Организмның нинди үсешен метаморфозлы үсеш дип атыйлар? Ул нинди организмнарга хас? Туры һәм туры булмаган үсешле хайваннарга мисаллар китерегез.
4. Күп күзәнәкле организм үлемсез була аламы?

Картаю процессы генетик программалаштырылган, ләкин хәзергә кадәр моның сәбәбен аңлаткан бердәм теория булдырылмаган. Картаю ул — геннар төркеменең эшләү нәтиҗәсе, «картаю программасын» алар тормышка ашыра дип исәпли кайбер тикшеренүчеләр. Бу карашны кешедә бик сирәк очрый торган *прогерия* дигән авыруның булуы раслый. Прогерия белән авырган балада ачыктан-ачык картаю билгеләре көчәя бара, һәм 10–12 яшендә ул карт кеше кыяфәтенә керә. Шулай ук теләсә нинди организмда ДНК төрле химик һәм физик тәэсирләрдән даими зарарланып тора. Яшь организмда ДНКның нормаль төзелешен торгыза торган махсус ферментлар актив эшли, картая барган саен, бу ферментлар көчсезләнә бара, һәм ДНК структурасында «хаталар» күбәю яман шеш авыруларына, матдәләр алмашы бозылуга һ.б.га китерә.

Бүлекнең кыскача эчтәлеге

Күзәнәк ул — тереклек берәмлеге. Башта бер күзәнәкле тере организмнар килеп чыккан, ләкин эволюция процессында тереклекнең күп күзәнәкле формалары өстенлек алган. Тере организм – үзенә охшашны тудыруга, ягъни үрчүгә, сәләтле үзлегеннән көйләнә торган система.

Күзәнәкнең ана күзәнәгеннән барлыкка килүеннән алып үзе бүленә башлаганчыга яки табигый үлеменә кадәрге яшәве тереклек циклы, яки күзәнәк циклы дип атала. Күзәнәкләрнең төп бүленү ысулы – митоз; ул профаза, метафаза, анафаза һәм телофаза стадияләрендә уза. Күзәнәкнең ике бүленү арасы (бүленергә әзерләнү) интерфаза дип йөртелә, ул өч периодка бүленә.

Күп күзәнәкле организм күзәнәкләре чиксез бүленә алмый, чөнки күзәнәк үлеме – апоптоз – генетик «программалаштырылган».

Җенессез һәм җенси үрчү булырга мөмкин. Җенессез үрчүнең нигезендә бер күзәнәкнең яки күзәнәкләрнең митоз юлы белән бүленүе ята.

Җенси үрчүнең нигезен күзәнәкләрнең мейоз юлы белән бүленүе билгели, чөнки җенес күзәнәкләрендә – гаметаларда – хромосомаларның гаплоидлы (1*n*) җыелмасы булырга тиеш.

Аталану нәтиҗәсендә зигота барлыкка килә. Тышкы һәм эчке аталану була. Ябык орлыклы үсемлекләрдә аталануның үзенә бертөрле ысулы – икеләтә аталану.

Организмның индивидуаль үсеше – онтогенез. Хайваннарда онтогенезның мөмкин булган өч тибын аерып күрсәтәләр – личинка стадиясендәге, йомырка эчендәге, карындагы.

Онтогенезның теләсә нинди тибы күп күзәнәкле хайваннарда ике чорга: эмбриональ һәм постэмбриональ чорларга бүленә.

Онтогенезның эмбриональ чоры стадияләре: бүлгәләнү, бластула, гаструла, нейрула. Күпчелек хайваннарның организмы яралгының өч җәймәсеннән: эктодерма, энтодерма һәм мезодермадан формалаша.

Эмбриональ үсеш процессында яралгының бер өлеше икенче өлешләре формалашуына йогынты ясый. Бу күренеш эмбриональ индукция дип йөртелә.

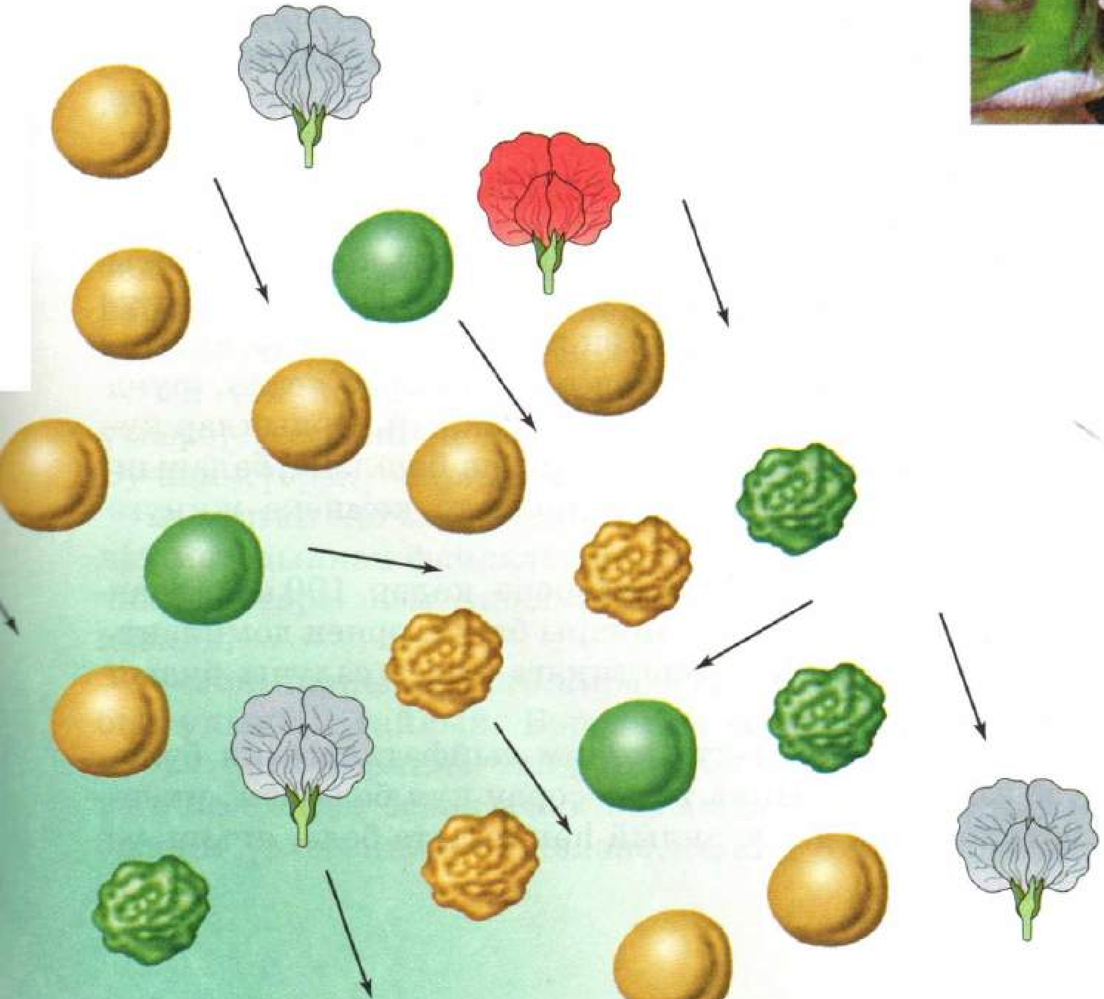
Постэмбриональ үсеш процессы өч чорга: яшүсмерлек (ювениль), җитлегү (пубертат) һәм картаю чорларына бүленә.

3 бүлек

Генетика нигезләре

Бу бүлекне өйрәнеп, сез түбәндәгеләрне белерсез:

- *нәселдәнлекнең төп законнары нинди;*
- *геннар үзара ничек тәэсир итешә;*
- *генотипта тайпылышлар ничек килеп чыга һәм алар нәрсәгә китерә.*



Генетика ул — тере организмнарның нәселдәнлек һәм үзгәрүчәнлек закончалыклары турындагы фән. Нәселдәнлек — тере организмнарның үз үзенчәлекләрен һәм билгеләрен буыннан-буынга тапшыру үзлеге; бу — гомуми үзлек. Үзгәрүчәнлек — тере организмнарның шәхси үсеш процессында, төрнең башка затлары белән чагыштырганда, үзенә яңа билгеләр алу үзлеге. Нәселдәнлекнең элементар берәмлеге — ген. Ген ул — ДНК молекуласының үзендә бер аксым структурасы турындагы информацияне кодка салган участогы.

§ 38 Генетиканың үсеш тарихы. Гибридологик метод

1. Генетика нәрсәне өйрәнә?
2. Ни өчен генетикага нигез салучы булып Г. Мендель санала?
3. Г. Мендель үткәргән тикшеренү методы ничек атала?

Генетиканың үсеш тарихы. Организмнарның билгеләрне һәм үзлекләрне үз токымнарына бирүләрен кешеләр инде күптәннән интуитив сиземләгән. Бу белемнәр авыл хуҗалыгында файдаланылган: крестьян, мул уңыш үстерү өчен, чәчүгә иң күп уңыш биргән үсемлекләрдән иң эре орлыкларны сайлап калдырырга тырышкан. Табигый ки, билгеләрнең нәселдән килү закончалыкларын кешеләр озак еллар аңлый алмаганнар. Балаларның үз әти-әниләренә охшаш булып тууларын аңлатырга тырышып караучы кеше Борынгы Грециянең бөек галиме һәм табибы Гиппократ була. Икесе бергә кушылып, бала яралгысы барлыкка китергән ир-ат орлыгы һәм хатын-кыз орлыгы ата-ана организмының бөтен өлешләрендә ясала, шуңа күрә үзендә бу өлешләр турында информация саклый. Орлыклар кушылганда, ата һәм ана билгеләре арасында көрәш башлана, баланың җенесе һәм күбрәк кайсына охшавы бу көрәштә кемнеке җиңүгә бәйле дип аңлата ул.

Мендельнең классик генетик хезмәтләренә кадәр 100 ел алдан ясалма гибридизация методы эшләнә, аннары билгеләрнең доминантлыгы ачыла. Ни өчен соң хәзерге генетикага нигез салучы булып *Грегор Мендель* санала?

Г. Мендель чын галимгә хас гаять мөһим сыйфатларга ия була. Беренчедән, ул үзе эзләгән җавапка төгәл сорау куя белә һәм, икенчедән, тәҗрибә нәтиҗәләрен дөрес аңлый һәм аңлата белә, ягъни, үз

экспериментларына нигезләнеп, дөрес нәтиҗә ясарга сәләтле була. Күпьеллык хезмәт нәтиҗәләрен Г. Мендель 1865 елның 8 февралендә басылып чыккан «Опыты над растительными гибридами» дигән мәкаләсендә гомумиләштерә. Анда билгеләрнең нәселдән күчүен ачыклаган төп закончалыклар турында язылa, алар хәзер дә генетиканың нигезен тәшкил итәләр. Шулай итеп, генетика туу вакыты төгәл билгеле булган аз санлы фәнни дисциплиналарның берсе булып тора. Ләкин Г. Мендель хезмәтләре тиешле бәяне 35 елдан соң гына ала.

1900 елда өч тикшеренүче *(Гуго де Фриз, Карл Эрих Корренс, Эрих Чермак)*, бер-берсе белән хәбәрләшмичә, төрле объектларда Мендель законын кабат ачалар. Аларның хезмәт нәтиҗәләре үз вакытында Г. Мендель ачыклаган закончалыкларның дөреслеген раслый. Алар бу мәсьәләдә аның беренчелеген гадел таныйлар һәм бу закончалыкларга Мендель исемен бирәләр. 1900 ел генетиканың рәсми туу вакыты дип исәпләнә.

Гибридологик метод. Г. Мендель борчакның аерым билгеләре нәселдән күчү кагыйдәләрен ачыклауны үзалдына бурыч итеп куя. Бу эшне ул 8 ел дәвамында алып бара һәм шушы вакыт эчендә 10 000 борчак үсемлеген тикшерә. Тикшеренүләрендә ул ***гибридологик методтан*** файдалана. Бу методның асылы нинди дә булса билгеләре белән аерылып торган организмнарны кушылдырудан (ягъни гибридлаштырудан) һәм әлеге билгеләрнең яңа буында (токымда) ничек чагылуын анализлаудан гыйбарәт.

Классик тәҗрибәләрендә Мендель берничә кагыйдәне нигез итеп ала. Беренчедән, ул аз санлы билгеләре белән аерылып торган үсемлекләрне сайлый. Икенчедән, галим ***саф линияләр*** үсемлекләре белән генә эш итә. Мәсәлән, бер линия үсемлекләренең орлыклары һәрвакыт яшел, ә икенчеләренең сары була. Саф линияләрне Мендель борчак үсемлекләрен серкәләндереп, алдан үстереп куя.

Ул тәҗрибәне борчакның берничә элгәр парларында берьюлы үткәрә; үсемлекнең һәр парын төрле-төрле ике саф линиядән ала. Бу аңа күбрәк тәҗрибә материалы үстерү мөмкинлеген бирә.

Алынган мәгълүматларны эшкәрткәндә, Мендель, микъдар исәпләү методыннан файдаланып, яңа буында әлеге билге (мәсәлән, борчакның сары һәм яшел төсләре) белән ничә үсемлек үсүен төгәл исәпли.

Өстәп, шуны әйтергә кирәк: Мендель тәҗрибәләр өчен объектны бик уңышлы сайлый. Борчакны үстерүе ансат, Чехия шартларында ул елга берничә тапкыр уңыш бирә, сортлары бер-берсеннән үзгә билгеләре белән ачык аерылып тора, һәм, ниһаять, табигатьтә борчак үзлегеннән серкәләнә, ләкин тәҗрибәдә моны булдырмау

ансат, һәм тикшеренүче бер үсемлекне икенче үсемлек серкәсе белән серкәләндерә ала.

Билгеләрнең нәселдән-нәселгә күчү закончалыкларын өйрәнеп, Г. Мендель тәҗрибә өчен бакча борчагының 22 саф линиясен ала. Бу линияләр үсемлекләре бер-берсеннән орлык формасы (түгәрәк — җыерчыклы), төсе (сары — яшел), кузак формасы (шома — җыерчыклы), сабакта чәчәкләре урнашу (куенда — очта), үсемлекнең биеклеге (уртача — кәрлә) белән нык аерылып тора.

Гибридологик метод. Саф линияләр.

1. Нәселдәнлекне өйрәнү өчен, ни өчен Г. Мендель нәкъ менә борчакны сайлый?
2. Нәрсә ул саф линия?
3. Ни өчен нәкъ менә Г. Мендельне генетикага нигез салучы дип исәплиләр?

Г. Мендель 1822 елда крестьян гаиләсендә туа. Ата-аналары аңа Иоганн исемен бирә. 1843 елда ул гимназияне тәмамлый һәм, Грегор исемен алып, Августин ордены монахы булу йоласын уза. Монастырь акчасына ул Вена университетында укый, аннары мәктәптә физика һәм биология укыта. Укыту эше белән беррәттән, ул борчакны гибридлаштыру тәҗрибәләрен куя. 1868 елда Мендель монастырь башлыгы була һәм фәнни эшен туктата.

§ 39 Нәселдәнлек закончалыклары. Моногибрид кушылдыру

1. Нинди геннар аллельләр дип атала?
2. Биохимик күзлегеннән караганда, нәрсә ул ген?

Моногибрид кушылдыру. Мендель билгеләрнең нәселдән-нәселгә күчү закончалыкларын өйрәнүне *моногибрид кушылдырудан* башлый. Ул бер генә билгесе буенча аерылып торган борчак үсемлегенең саф линияләрен сайлый: берсенең борчаклары һәрвакыт сары, ә икенчеләренең яшел була (үзлегеннән серкәләнгәндә). Әгәр хәзерге терминологиядән файдалансак, болай дип әйтергә мөмкин: борчак үсемлегенең бер сорты күзәнәкләрендә орлыкларның сары төсен генә кодлаган икешәр ген, ә икенче сортта яшел төсне генә код-

лаган икешәр ген була. Бер билгенең ачылуы өчен җаваплы геннар (мәсәлән, орлыкларның формасы яки төсе) ***аллель геннар*** дип йөртелә. Әгәр организмда ике бертөрле аллель ген булса (мәсәлән, ике ген да орлыкларның яшел төсен яки, киресенчә, икесе дә сары төсне билгели), андый организмнарны ***гомозиготалылар*** дип атыйлар. Әгәр аллель геннар төрле булса (мәсәлән, бер ген орлыкларның сары төсен, икенчесе яшелне билгеләсә), андый организмнар ***гетерозиготалылар*** дип йөртелә. Саф линияләрне гомозиготалы организмнар гына барлыкка китерә, шуңа күрә, үзлегеннән серкәләнгәндә, алар һәрвакыт билге чагылышының бер генә вариантын бирә. Мәсәлән, Мендельнең борчак белән ясаган тәҗрибәләрендә мөмкин булган ике төснең берсе генә: йә һәрвакыт сары, йә һәрвакыт яшел була.

Беренче буын гибридларының бертөрлелеге кагыйдәсе. Г. Мендель үзенең тикшеренүләрен орлыгы төс белән генә (сары яки яшел) аерылып торган борчак үсемлеген кушылдырудан башлый. Беренче буында барлык үсемлекләрнең орлыклары фәкать сары гына була. Аннары ул моногибрид кушылдыру буенча тәҗрибәләрен башка билге — орлык формасы (шома яки җыерчыклы) белән аерылып торган үсемлекләрне файдаланып кабатлый, һәм нәтиҗәдә беренче буынның барлык гибрид үсемлекләре шома орлыклы булып чыга. Гибридларда ачылган билгеләрне (орлыкларның сарылыгын яки шомалыгын) Мендель ***доминант*** (өстенлек итүче) дип, ә ачылмаганнарын (орлыкларның яшел төсен яисә җыерчыклы формасын) ***рецессив*** билгеләр дип атый. Доминант билгене латинча баш хәрефләр (A,B,C) белән, ә рецессивны юл хәрефләре (a,b,c) белән күрсәтү кабул ителгән.

Г. Мендель, үзенең экспериментларында алган мәгълүматларга нигезләнеп, ***беренче буын гибридларының бертөрлелеге кагыйдәсен*** тәгъбир итә: *бер генә билгесе белән аерылып торган гомозиготалы ике организмны кушылдырганда, беренче буынның барлык гибридларында ата-ананың берсенең генә билгесе ачыла, һәм әлеге билге буенча бу буын бертөрле була.*

Таркалу кагыйдәсе. Г. Мендель, беренче буында алынган орлыклардан кабат борчак үстереп, тәҗрибәләрен дәвам итә. Аннары ул бу үсемлекләрне кушылдыра һәм икенче буында орлыкларның күпчелеге ($^3/_4$ е) сары, ә азрагы ($^1/_4$ е) яшел булуын күрә. Әлбәттә, Г. Мендель, нәтиҗәнең статистик ышанычлылыгына ирешү өчен, сары һәм яшел орлыклар санын борчак үсемлегенең күп парларын кушылдырып алган токымда исәпли.

Кушылдырудан алынган токымның бер өлешендә доминант билге, икенче өлешендә рецессив билге булуына китергән күренеш ***таркалу*** дип атала.

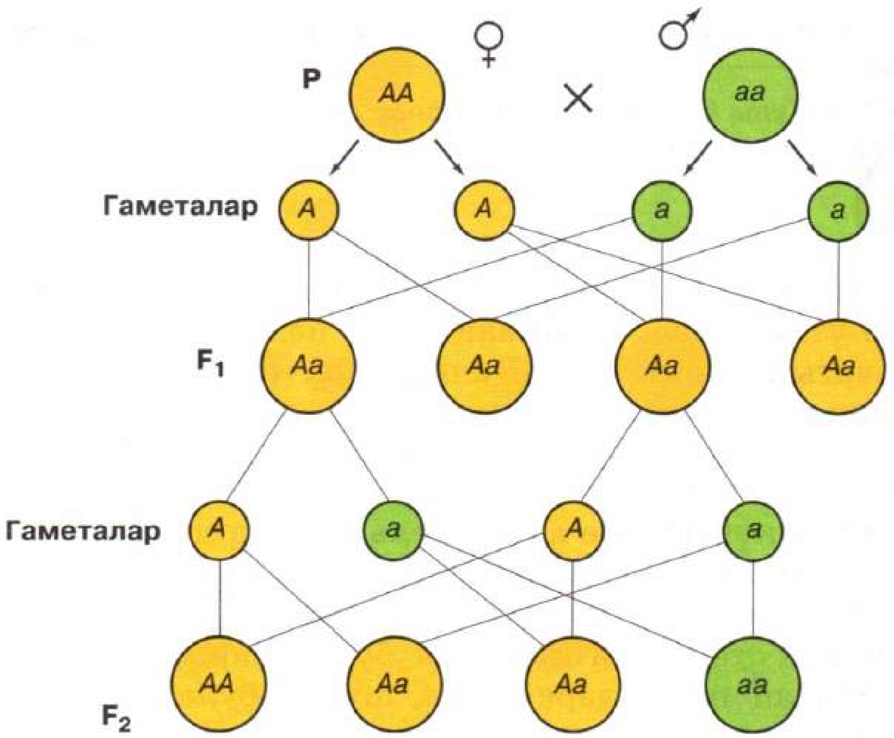
Аннары Г. Мендель борчак үсемлегенең башка билгеләре буенча үткәрелгән тәҗрибәләрендә таркалуның характерын билгели һәм ***таркалу кагыйдәсен*** исбатлый: *беренче буыннан ике токымны (гибридны) үзара кушылдырганда, икенче буында таркалу күзәтелә, һәм кабат рецессив билгегә ия токымнар барлыкка килә; бу затлар икенче буын токымнарының $^1/_4$ өлешен тәшкил итә.*

Гаметалар сафлыгы законы. Беренче буын гибридларының бертөрлелеге һәм таркалу кагыйдәләре нигезендә күзәнәкнең нинди механизмнары яту ихтималын аңлату өчен, Г. Мендель организмның һәр күзәнәгендә (аның тәҗрибәләрендә — борчак үсемлеге) икешәр «нәселдәнлек элементы» булуын һәм һәркайсы аерым бер билге өчен җавап бирүен фаразлый. Беренче буын гибридлары сары төстә генә булсалар да, аларның күзәнәкләрендә барыбер сары төс өчен дә, яшел төс өчен дә җавап бирә торган ике «элемент» урын ала: берсе — анадан, ә икенчесе — атадан. Тик аларның берсе генә (доминант билге) үзен белгертә, ә икенчесе — юк. Икенче буында яшел борчаклы үсемлекләр каян килә соң? Буыннар арасында бәйләнешне җенес күзәнәкләре — гаметалар тәэмин итә. Димәк, һәр гамета, соматик күзәнәкләрдән аермалы буларак, ике «нәселдәнлек элементы»ның берсен генә йөртә — сары яки яшел төсне. Шулай итеп, Г. Мендель ***гаметалар сафлыгы законын*** тәгъбир итә: *гаметалар барлыкка килгәндә, аларның һәрберсенә теге яки бу билге өчен җавап бирә торган ике «нәселдәнлек элементы»ның берсе генә эләгә.*

Моногибрид кушылдыру буенча Г. Мендель үткәргән тәҗрибәләр, гаметалар сафлыгы законыннан тыш, геннарның буыннан-буынга үзгәрешсез күчүен дә күрсәтә. Сары һәм яшел орлыклы гомозиготаларны кушылдырганнан соң, беренче буында сары орлыклар гына барлыкка килүен, ә икенче буында кабат яшел орлыклар күренүен башкача аңлату мөмкин түгел. Димәк, «борчакның яшел төсе»н билгеләгән ген юкка чыкмаган һәм «борчакның сары төсе»н билгеләгән генга да әверелмәгән, тик беренче буында доминант ген тарафыннан басылган гына.

Моногибрид кушылдырганда нәселдән-нәселгә күчү закончалыкларының цитологик нигезләре. Хәзерге төшенчәләрдән файдаланып, Г. Мендель тарафыннан тәгъбир ителгән билгеләрнең нәселдән-нәселгә күчү закончалыкларын схемада ничек күрсәтеп була?

♀ символы — ана затны, ♂ — ата затны, × — кушылдыру, P — әлгәр буын (ата-ана организмы), F_1 — беренче буын токым, F_2 — икенче буын токым, *A* — борчакның яшел төсе өчен җаваплы доминант ген, *a* — борчакның яшел төсе өчен җаваплы рецессив генны аңлата (57 нче рәсем).



57 нче рәсем. *Моногибрид кушылдыруның цитологик нигезләре*

Мейоз нәтиҗәсендә ата-ана затларның гаметаларында орлыкларның төсен нәселдән-нәселгә күчерү өчен җаваплы берәр ген була: ана гамета очрагында — *A*, ата гамета очрагында — *a*. Беренче буында (F_1) соматик күзәнәкләр гетерозиготалы (*Aa*), шуңа күрә беренче буын гибридларында гаметаларның яртысы *A* генлы, ә икенчеләре *a* генлы була. Икенче буында (F_2) гаметаларның очраклы туры килүләре нәтиҗәсендә түбәндәге комбинацияләр ясалырга мөмкин: *AA*, *Aa*, *aA*, *aa*. Геннарның беренче өч комбинациясен йөрткән үсемлекләрнең орлыклары сары, ә дүртенчесен йөрткәннәре яшел була.

Аллель геннар. Гомозиготалар. Гетерозиготалар. Доминант һәм рецессив геннар. Бертөрлелек кагыйдәсе. Таркалу кагыйдәсе. Гаметалар сафлыгы законы.

1. Ни өчен Г. Мендель борчак үсемлеген ясалма серкәләндергән?
2. Кайсы организмнарны нинди дә булса билгесе буенча гомозиготалы дип атыйлар?

Г. Мендель үсемлекләрдә теге яки бу билге ачылуы өчен җаваплы элементларны «яралгы бирәмлекләре» дип атаган. Хәзер алар геннар дип атала. Бу терминны Дания галиме Вильгельм Иогансен 1909 елда тәкъдим иткән.

§ 40 Күпаллельлелек. Анализлаучы кушылдыру

1. Тулы булмаган доминирлау дип нәрсә атала?
2. Нәрсә ул фенотип? Генотип?

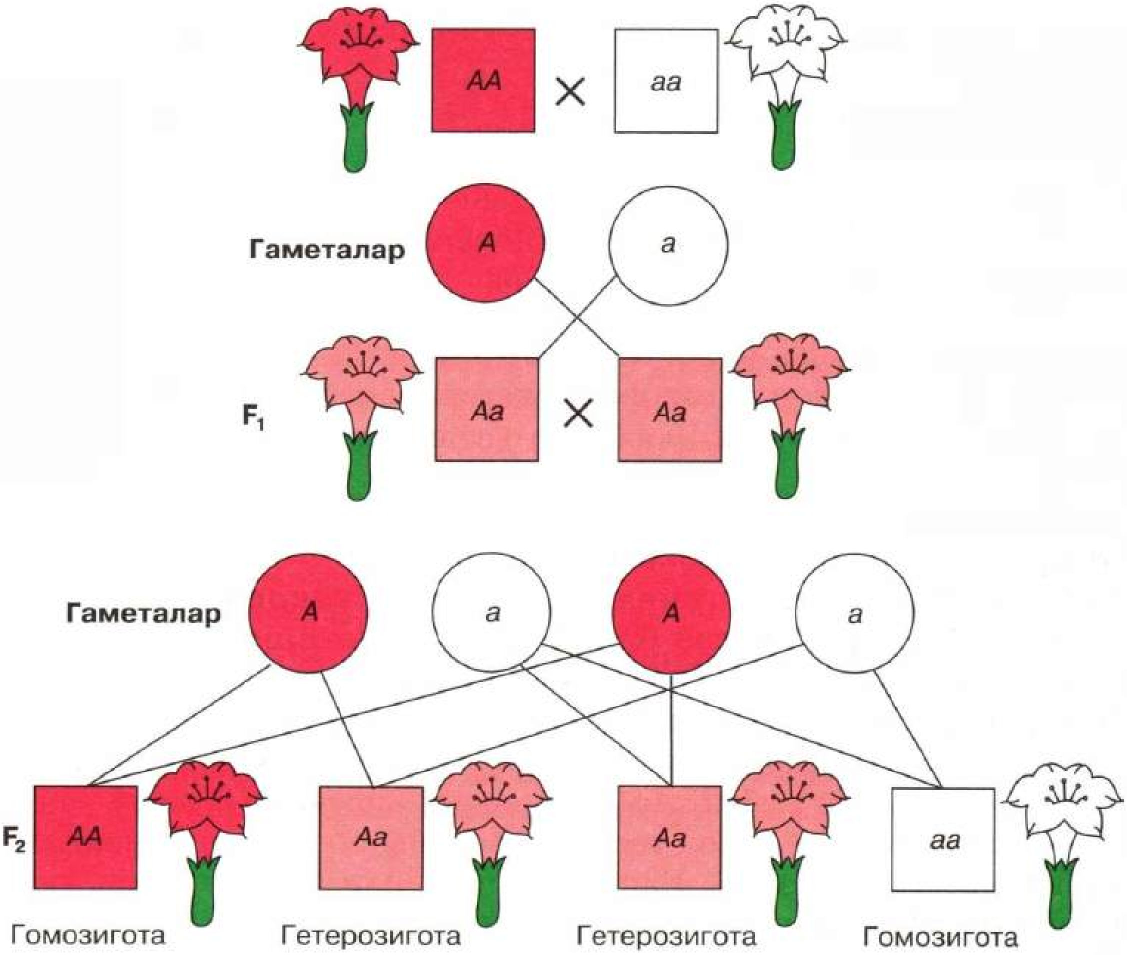
Күпаллельлелек. Г. Мендельнең классик тикшеренүләреннән соң күп еллар үткәч кенә, «доминант ген» һәм «рецессив ген» төшенчәләренең чагыштырма булуы ачыклана. Нинди дә булса билгенең гены шундый «халәттә» булырга мөмкин: аны доминант дип тә, рецессив дип тә атап булмый. Мутацияләр нәтиҗәсендә нинди дә булса генның ике генә түгел, өч һәм аннан да артыграк халәте килеп чыга; мондый күренешне ***күпаллельлелек*** дип атыйлар.

Кодоминирлау. Теләсә нинди соматик күзәнәктә һәрвакыт ике генә аллель ген була — атадан һәм анадан. Күпаллельлелектә бер популяциянең төрле затларында бу геннарның «төрләре» аерыла — ата-анадан нindиләре эләгә, шулар була. Мәсәлән, кешенең кан группасын өч аллельле ген билгеләргә мөмкин — 0, *A* һәм *B*. Бу очракта *A* һәм *B* — доминант аллельләр, ә 0 — рецессив. Шулай итеп, кешегә бу аллельләр түбәндәге комбинацияләрдә нәселдән килергә мөмкин: 00 — канның беренче группасы, *AA* һәм *A*0 — икенче, *BB* һәм *B*0 — өченче, *AB* (билгене ике доминант ген, бер-берсен басмыйча, бергә билгели) — дүртенче группа. Аллель геннарның нинди дә булса билгене шулай бергәләшеп билгеләвен ***кодоминирлау*** дип атыйлар.

Тулы булмаган доминирлау. Кайчак бер аллель ген икенчесенең тәэсирен ахыргача басып бетерми. Бу очракта арадаш билгеләр барлыкка килә, һәм доминант ген буенча гомозиготалы затның билгесе гетерозиготалы затныкы кебек булмый. Бу күренеш ***тулы булмаган доминирлау*** исемен алды. Аны мисалда тикшерик.

Кызыл чәчәкле (*AA*) төн гүзәле дигән үсемлекне ак чәчәклесе (*aa*) белән серкәләндергәндә, барлык беренче буын гибридларының чәчәкләре алсу була (58 нче рәсем). Беренче буынның ике үсемлеген серкәләндергәндә, икенче буында таркалу күзәтелә, ләкин тулы доминирлау очрагындагы кебек 3 : 1 түгел, ә бәлки 1 : 2 : 1 нисбәтендә, ягъни үсемлекләрнең $^1/_4$ е ак чәчәкле (*aa*), $^2/_4$ се алсу чәчәкле (*Aa*) һәм $^1/_4$ е кызыл чәчәкле (*AA*) була (58 нче рәсем).

Тулы булмаган доминирлау күренеше еш очрый, мәсәлән мөгезле эре терлекнең нәселдән-нәселгә күчкәндә йон төсе, кош каурыйларының төзелеше. Бу күренеш кешедә дә күзәтелә, мәсәлән,



58 нче рәсем. *Тулы булмаган доминирлау очрагында билгенең нәселдән-нәселгә күчү схемасы*

брахидактилия — бармак фалангалары кыскалыгы — нәселдән килә. Сәламәт кешенең ике доминант гены (*BB*) була, һәм скелет дөрес үсә. Гетерозиготалыларда (*Bb*) бармак фалангаларының кыскаруы, ә рецессив билге буенча гомозиготалыларда (*bb*) скелет үсешендә күп санлы тайпылышлар күзәтелә; андыйлар балачакта ук үлә. Шулай итеп, *B* гены *b* генының тәэсирен тулысынча басмый, һәм гетерозиготалыларда шуның нәтиҗәсендә брахидактилия үсеш ала.

Артык доминирлау. Сирәк кенә булса да, ике аллель ген тәэсир итешкәндә, ***артык доминирлау*** күренеше күзәтелергә мөмкин. Бу очракта доминант билге гетерозиготалыларда (*Aa*) доминант гомозиготалыларга (*AA*) караганда ныграк ачыла. Аерым әйткәндә, аллель геннары *Aa* җыелмасын йөрткән томат сортлары чыгарылды,

алар АА җыелмалыларга караганда югарырак уңыш бирүләре белән аерылып тора.

Әлегә кадәр без бер ген җаваплы бер билгенең генә нәселдән-нәселгә күчү очрагын тикшердек. Теләсә нинди организм гаять күп билгеләргә ия, өстәвенә боларга күренеп торган тышкы үзлекләр генә түгел, ә бәлки биохимик билгеләр дә (молекулалар төзелеше, ферментлар активлыгы, тукымаларда, канда матдәләр концентрациясе һ.б.), анатомик үзенчәлекләр дә (эчке органнарның формасы һәм зурлыгы) һ.б. да керә. Ничек кенә гади булып күренмәсен, теләсә нинди билге күпләгән физиологик һәм биохимик процесслар белән билгеләнә, аларның һәрберсе үз чиратында ферментлар катнашуына бәйле.

Организмның барлык тышкы һәм эчке билгеләре, шулай ук үзлекләре җыелмасын ***фенотип*** дип атыйлар.

Организмның барлык геннары җыелмасы ***генотип*** дип атала.

Теге яки бу геннар белән билгеләнгән фенотипик билгеләр төрле яшәү шартларында үзләрен төрлечә күрсәтә.

Фенотип буенча әлеге затның нинди геннар йөртүен һәрвакытта да белеп булмый. Мәсәлән, сары орлыклы борчак үсемлегенең генотибы, *AA* булган кебек, *Aa* да булырга мөмкин. Ә менә рецессив билге — орлыкларның яшел төсе — генотибы *aa* булган гомозиготалы үсемлекләрдә генә ачыла. Башкача әйткәндә, рецессив билгегә ия затның генотибын һәрвакыт белеп була.

Анализлаучы кушылдыру. Фенотибы буенча аерылып тормаган затларны ачыклау өчен, ***анализлаучы кушылдырудан*** файдаланалар. Моның өчен генотибы ачыкланасы затны рецессив гены буенча гомозиготалы (*aa*) зат белән кушылдыралар. Мәсәлән, сары орлык бирә торган борчак үсемлекләренең кайсыларының генотибы *AA*, ә кайсыларының *Aa* икәнен белү өчен, аларны яшел орлык бирә торган үсемлек (*aa*) белән серкәләндерергә кирәк. Әгәр бу кушылудан сары орлыклар гына өлгерсә, димәк, тикшерелә торган үсемлек — доминант гомозигота (*AA*) дигән сүз. Әгәр алар арасында 1 : 1 нисбәтендә сары һәм яшел орлыклар өлгерсә, өйрәнелә торган үсемлек гетерозиготалы (*Aa*) була.

Генофонд. Шулай итеп, һәрбер зат, диплоидлы булу сәбәпле, һәр аллельдә ике генә ген йөртсә дә, күпаллельлелек аркасында һәр төрдә аллель геннарның тулы җыелмасы була. Нинди дә булса төр затларының генотибы составына кергән барлык геннарның бөтен вариантлары җыелмасы ***төрнең генофонды*** дигән исемне алды. Шулай ук популяция яки төр затларының башка төркеме генофонды да булырга мөмкин.

Купаллельлелек. Кодоминирлау. Тулы булмаган доминирлау. Артык доминирлау. Фенотип. Генотип. Анализлаучы кушылдыру. Төр генофонды.

1. Нәрсә ул купаллельлелек?
2. Сезгә доминирлауның нинди төрләре билгеле?
3. Доминирлауның төрләрен өйрәнү нинди практик әһәмияткә ия?
4. «Фенотип» һәм «генотип» төшенчәләренең аермасы нәрсәдә?
5. Фенотибы буенча аерылып тормаган затларның генотибын ачыклау өчен, нинди метод файдаланыла?
6. Брахидактилия нәселдән-нәселгә ничек күчә?

§ 41 Дигибрид кушылдыру. Билгеләрнең нәселдән-нәселгә бәйсез күчү законы

1. Нинди кушылдыру моногибрид кушылдыру дип атала?
2. Бер үк өрәңге агачының тамыр күзәнәкләрендәге геннар җыелмасы яфрак күзәнәкләрендәгедән нык аерыламы?

Дигибрид кушылдыру. Табигатьтә тереклек ияләренең нинди дә булса төренең ике заты гел бертөрле булу очрагы күзәтелми — барлык организмнар бер-берсеннән күп билгеләре буенча аерыла. Үзлегеннән серкәләнү нәтиҗәсендә үскән үсемлекләр (мәсәлән, бодай, борчак, бәрәңге һ.б.), шулай ук хайваннар һәм кешенең бер күкәй игезәкләре генә искәрмә булып тора, хәер, андый затларны да әле бөтенләй охшаш дип әйтеп булмый.

Бер-берсеннән ике билге буенча аерылып торган затларны кушылдыру *дигибрид* дип, өч билге буенча кушылдыру *тригибрид* дип атала. Гомуми очракта күп билгеләр буенча аерылып торган затларны кушылдыру *полигибрид* кушылдыру була.

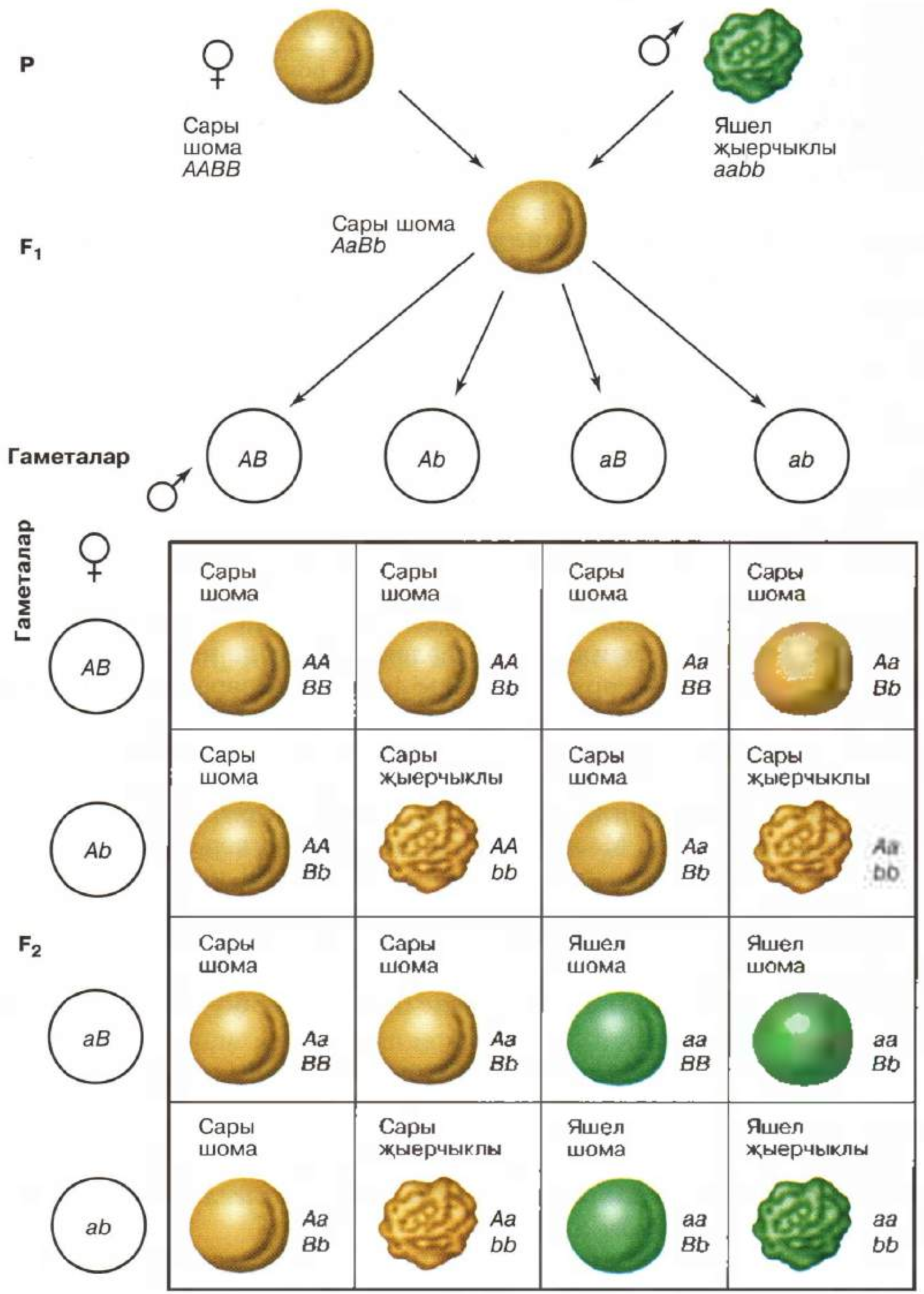
Билгеләрнең нәселдән-нәселгә бәйсез күчү законы. Г. Мендель, моногибрид кушылдыру закончалыкларын ачыклап бетергәч кенә, дигибрид кушылдыру нәтиҗәләрен өйрәнә башлый. Моның өчен ул ике билге: орлык төсе (сары яки яшел) һәм аларның формасы (шома яки җыерчыклы) буенча аерылып торган борчак үсемлегенең ике саф линиясен кушылдырганда таркалу характерын тикшерә. Болай кушылдырганда, билгеләрне геннарның төрле парлары билгели: бер пары орлыкларның төсе өчен, икенче пары аларның формасы өчен җаваплы. Бу вакытта борчакларның сары төсе (A) яшелләреннән (a),

ә шома формасы (*B*) җыерчыклыларыннан (*b*) өстенлек итә.

Беренче буын гибридларының бертөрлелеге законы буенча, F_1 буынында борчак орлыклары сары һәм шома була. Беренче буыннан ике гибридны кушылдырганда билгеләрнең комбинацияләре ничек узуын ансатрак аңлау өчен, Америка тикшеренүчесе Реджинальд Пеннет тәҗрибә нәтиҗәләрен ***Пеннет челтәре*** дип исемләнгән таблицага язып барырга тәкъдим итә (59 нчы рәсем). Үсемлекләрнең беренче буыныннан (F_1) барлыкка килгән дүрт төр гамета (*AB*, *Ab*, *aB*, *ab*) кушылуы нәтиҗәсендә, икенче буында (F_2) 9 төрле генотип барлыкка килә. Ләкин бу 9 генотип дүрт фенотип рәвешендә ачыла: сары — шома, сары — җыерчыклы, яшел — шома һәм яшел — җыерчыклы, биредә фенотиплар нисбәте 9 : 3 : 3 : 1 була. Әгәр сары һәм яшел борчакларны исәпләсәк, алар 3 : 1 нисбәтендә килеп чыга. Шома һәм җыерчыклы орлыкларның да нисбәте шул ук. Ягъни таркалу кагыйдәсе үтәлә. Моннан шундый нәтиҗә ясала: *дигибрид кушылдыруда геннар һәм бу геннар җиваплы билгеләр нәселдән-нәселгә бер-берсенә бәйсез күчәләр.* Әлеге хәл ***билгеләрнең нәселдән-нәселгә бәйсез күчү законы*** дип йөртелә. Закон тикшерелә торган билгеләрнең геннары төрле гомологик булмаган хромосомаларда урнашкан очрак өчен нигезле.

Пеннет челтәре. Билгеләрнең нәселдән-нәселгә бәйсез күчү законы.

1. Нинди кушылдыру дигибрид кушылдыру дип атала?
2. Билгеләрнең нәселдән-нәселгә бәйсез күчү законының асылы нәрсәдән гыйбарәт?
3. Билгеләрнең нәселдән-нәселгә бәйсез күчү законы нинди очрак өчен дөрес?
4. Борчак үсемлеген дигибрид кушылдырганда, Г. Мендель борчакның ничә фенотибын күзәтә?



59 нчы рәсем. *Дигибрид кушылдыруда билгеләрнең нәселдән-нәселгә күчү схемасы*

§ 42 Нәселдәнлекнең хромосомалар теориясе

1. **Нәрсә ул хромосомалар? Аларның роле нинди?**
2. **Г. Мендель хромосомаларның барлыгы турында белгәнме?**
3. **Борчак төсен һәм үсемлекнең чәчәк таҗы төсен билгели торган геннарны аллель геннар дип әйтеп буламы?**

Нәселдәнлекнең хромосомалар теориясе. Югарыда әйтелгәнчә, Г. Мендель вакытны узып эшләгән. Хезмәтләренең замандашлары тарафыннан тиешле бәяләнмәве аларның аңлый алмауларыннан гына килә. Чынлап та, 1865 елда әле күзәнәк төше өйрәнелмәгән, митоз һәм мейоз тасвирланмаган була, ә инде ДНК һәм хромосомаларның төзелеше хакында галимнәр хәтта күзаллый да алмаганнар. Шулай итеп, Г. Мендель сөйләгән гипотетик «нәселдәнлек факторлары»н ул чорда күзәнәк турында тупланган белемнәр системасына кертү авыр булган.

1902 елда америкалы Уильям Сеттон хәзер геннар дип йөртелә торган нәселдәнлек элементларының хромосомаларда урнашкан булу ихтималын фаразлаган. Шуның белән беррәттән, кайбер очракларда таркалуның Мендель кагыйдәләре буенча бармавы турында белешмәләр туплана башлаган. Мәсәлән, хуш исле карга борчагында (викада) ике билге — серкә формасы һәм чәчәкләренең төсе буенча токымда 3 : 1 нисбәтендә бәйсез таркалу күзәтелми, һәм яңа буын әлгәр затлар белән охшашлыгын югалтмый. Аннан соңгы анализлауда бу ике билгенең бер хромосомада ятуы беленә.

Чынлап та, төрле билгеләрне кодлый торган геннар теләсә нинди организмда бик күп. Мәсәлән, якынча исәпләүләр буенча, кешедә 30—40 мең ген, ә хромосомаларның төрләре 23 кенә була. Шушы кадәр күп санлы геннар әлеге хромосомаларда урнаша.

Бер хромосомада урнашкан геннарның нәселдән-нәселгә күчү принциплары нинди соң? Хәзерге вариант хромосомалар теориясе Американың атаклы генетигы *Томас Морган* (1866—1945) тарафыннан тәгъбир ителә.

Бу теориянең беренче положениесендә *ген ул — хромосоманың бер участогы* дип язылган. Хромосомалар, шулай итеп, геннарның тоташкан төркеме булып тора.

Икенче положениедә *аллель геннар (бер билге өчен җаваплы геннар) гомологик хромосомаларның төгәл билгеләнгән урынында (локусларда) урнашкан* диелә.

Ниһаять, өченче положение буенча, *геннар хромосомаларда бер сызыкка, ягъни бер-бер артлы урнашкан.*

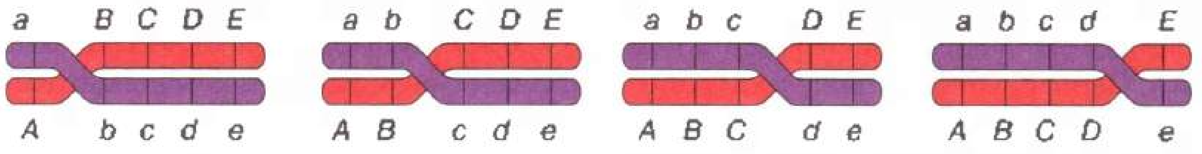
Морган һәм аның шәкертләре төп эш объекты итеп 8 хромосоманың диплоидлы җыелмасын йөрткән җимеш чебенен — дрозофиланы сайлыйлар. Экспериментлар *бер хромосомадагы геннарның мейоз вакытында бер гаметага эләгүен, ягъни нәселдән-нәселгә тоташып күчүен* күрсәтә. Бу күренеш ***Морган законы*** дип исемләнә.

Кроссинговер. Ләкин шушы ук тәҗрибәләрдә бу законнан тайпылулар да тасвирлана. Икенче буын гибридлары арасында геннары бер хромосомада яткан билгеләрнең аралашуы күзәтелгән затлар аз санда булса да очрамый калмый. Моны ничек аңлатырга?

Моның өчен мейоз барышын, атап әйткәндә, беренче мейотик бүленүнең профазасында гомологик хромосомаларның конъюгацияләнүен (бер-берсенә якынаюын) һәм гомологик участокларын алмашуын искә төшерергә кирәк. Бу процесс, белгәнегезчә, ***кроссинговер*** дип атала; ул токымның төрлелеген арттыру өчен бик мөһим. Кроссинговерны шулай ук Т. Морган һәм аның шәкертләре ача, шуңа күрә хромосомалар теориясенә дүртенче положение итеп *гаметалар ясалу процессында гомологик хромосомалар арасында конъюгация күзәтелә, шуның нәтиҗәсендә алар аллель геннары белән алмашына ала, ягъни кроссинговер булырга мөмкин* дип өстәргә кирәк.

Шулай итеп, кроссинговерда Морган законы бозыла, һәм бер хромосома геннары нәселдән-нәселгә тоташып күчми, чөнки аларның бер өлеше гомологик хромосоманың аллель геннарына алмашына. Башкача әйткәндә, геннарның тоташуы тулы булмый.

Хромосомалар картасы. Кроссинговер күренеше галимнәргә хромосомада һәр генның урнашуын ачыкларга һәм шуның нигезендә хромосомаларның ***генетик картасын*** төзергә ярдәм итте. Морган һәм аның хезмәттәшләре ясаган нәтиҗә буенча, хромосомада ике ген бер-берсеннән никадәр ерак урнашса, кроссинговер процессында алар төрле хромосомаларга шулкадәр ешрак аерылып китә. Әгәр ике A һәм D геннары бер хромосоманың капма-каршы очларына урнашкан булса (60 нчы рәсем), алар кроссинговерның теләсә кайсы вариантында төрле хромосомаларга эләгә. Ләкин әгәр хромосомада янәшә урнашкан ике B һәм C геннары турында сүз барса, аларның



60 нчы рәсем. *Гомологик хромосомалар арасында барган кроссинговерның мөмкин булган вариантлары (ике генның төрле хромосомаларга таркалу мөмкинлеге никадәр югары, шулкадәр алар бер-берсеннән ераграк)*

төрле хромосомаларга аерылып китүе кисешү ноктасы бу ике ген арасындагы бердәнбер участокта булып чыккан очракта гына тормышка аша. Мондый хәлнең булу ихтималы бик аз. Шулай итеп, кроссинговер процессында ике генның төрле хромосомаларга эләгүе аларның хромосомада бер-берсеннән нинди ераклыкта урнашуына бәйле. Димәк, бер хромосоманың төрле билгеләр өчен җаваплы ике гены арасындагы кроссинговер ешлыгын исәпләп, аларның бер-берсеннән ераклыгын төгәл билгеләп була, шунлыктан бер хромосома составындагы ике генның үзара урнашу схемасын чагылдырган генетик картаны да төзи башларга мөмкинлек туа.

Нәселдәнлекнең хромосомалар теориясе. Морган законы. Кроссинговер. Генетик карта.

1. Нәрсә ул ген?
2. Билгеләрнең нәселдән-нәселгә бәйсез күчү кагыйдәсе нинди очраклар өчен дөрес?

«Сикерүче» геннар. Хәзерге вакытта кроссинговерларны исәпләү һәм камилрәк методлардан файдалану аркасында, байтак төр тереклек ияләренең – борчак, томат, дрозофила, тычканның – хромосомалар картасы төзелде. Моннан тыш, кешенең хромосомалар картасын төзү буенча уңышлы эш алып барыла. Бу әлегәчә дәвалап булмаслык дип саналган авыруларга каршы көрәштә ярдәм итәчәк. Ләкин хромосома составында урынын алмаштырырга яисә хәтта башка хромосомага күчәргә сәләтле участоклар барлыгы ачыкланды! Андый участокларны *«сикерүче» геннар* дип атыйлар. Чынлыкта алар геннар түгел, чөнки аксымнар төзелеше турында информация йөртмиләр. Алар гадәти геннарга үтеп керә, аларның эшен боза, ягъни мутацияләргә китерә алалар. Ихтимал, «сикерүче» геннар – хуҗа организмы күзәнәкләре ДНКсына үтеп керергә «өйрәнгән» вирусларның ДНК участокларыдыр.

Кроликлар урынына дрозофилалар. Т. Морган тәҗрибәләрен башта дрозофилада түгел, ә кроликларда үткәрергә теләгән. Ләкин аның университеттагы остазбашлыклары кроликны кыйммәтле объект дип саныйлар, һәм аңа тәҗрибәләрен дрозофилаларда башкарырга туры килә. Саранлыклары өчен аларга рәхмәт кенә әйтәсе кала. Т. Морган эшен кроликларда башлаган булса, ул миллион генетик рекомбинацияләргә чумып, тоташу төркемнәре соңрак ачылган булыр иде.

Белгәнегезчә, мейоз вакытында ата һәм ана хромосомалары күзәнәкләргә очраклы эләгә. Парларның туры килү ихтималы нинди сан белән исәпләнә? Математика бу 2 санын дәрәҗәгә күтәрүгә, ягъни гомологик хромосомалар парлары санына тигез дип саный. Димәк, дрозофилада бу сан $2^4 = 16$ га тигез. Ә кешедә, хромосомалары 23 пар булганлыктан, ул $2^{23} = 8\ 388\ 608$ була. Әгәр без тагын кроссинговерны да исәпкә алсак, чынбарлыкта һәр кеше Җирдә бер экземпляр, ул – бердәнбер һәм кабатланмас вакыйга.

§ 43 Аллель булмаган геннарның үзара тәэсир итешүе

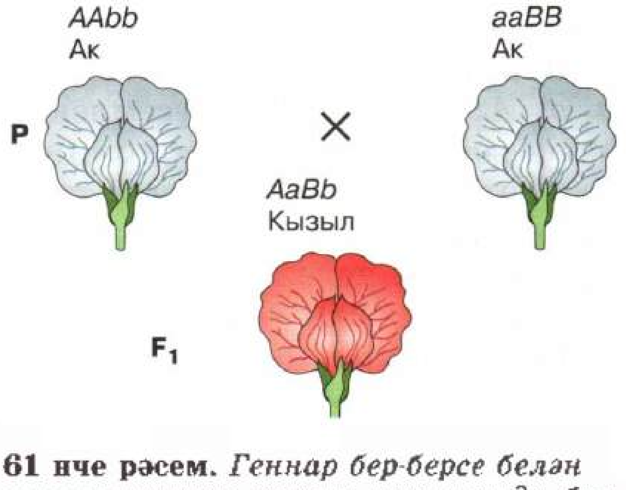
1. **Кешенең тән (соматик) күзәнәкләрендә ничә хромосома була?**
2. **Үсемлек төрләрендә хромосомалар хайван төрләрендәгегә караганда шактый кимрәк дип раслап буламы?**
3. **Кеше күзәнәкләрендә хромосомалар хайван төрләрендәгегә караганда күбрәк булуы дөресме?**

Аллель булмаган геннарның үзара тәэсир итешүе. Төрле билгеләрнең нәселдән-нәселгә күчү кагыйдәләре белән борчак мисалында танышканда, генотипның һәр гены үзенә аллель булмаган геннарга бәйсез рәвештә, мөстәкыйль эшли дигән фикер туа. Чынлыкта һәр организм килешенеп эшли торган катлаулы система булып тора, анда барлык процесслар да үзара бәйләнештә бара. Организмда процесслар арасындагы бәйләнешне шактый дәрәҗәдә геннарның үзара тәэсир итешүе билгели. Мондый тәэсир итешүләрнең хәзер без белгән һәм аңлаган барлык төрләре дә һәр затның генотибын бербөтен система итеп ясауда катнаша дигән сүз түгел.

Аллель булмаган геннар тәэсир итешүенең берничә төре билгеле.

Өстәмә (комплементар) тәэсир итешү. Кайбер билгеләр аллель булмаган берничә ген тәэсир итешкәндә генә ачыла. Мәсәлән, хуш исле карга борчагы үсемлегенең ак чәчәкле ике саф линиясен кушылдырганда, беренче буын гибридларының бөтен чәчәкләре кызыл була (61 нче рәсем). Доминант *A* һәм *B* геннары аерым-аерым гына чәчәкнең кызыл пигменты антоцианның синтезын тәэмин итә алмый. Бер күзәнәктә бу ике ген бергә булганда гына, антоциан синтезлана башлый, һәм чәчәкләр кызыл төскә керә.

Өстәмә тәэсир итешүнең мөмкин булган башка механизмы нинди дә булса билге ачылу өчен кирәкле аксымның бер өлеш (субберәмлек) структурасын *A* гены, ә икенче субберәмлекнең структурасын *B* гены кодлаштыруыннан гыйбарәт. Фәкать *A* һәм *B* геннары бергә булганда гына, бу билгенең ачылуын тәэмин итә торган дүртенчел структуралы тулы кыйммәтле аксым синтезлана.



61 нче рәсем. *Геннар бер-берсе белән комплементар тәэсир итешкәндә, билгенең нәселдән-нәселгә күчү схемасы*

Шулай итеп, билгенең ачылуы өчен аллель булмаган *A* һәм *B* геннары кирәк булган очракта, геннар тәэсир итешүенең бу төре өстәмә дип йөртелә. Әлеге геннар *өстәмә* яки *комплементар* геннар дип атала.

Эпистаз. Геннар тәэсир итешкәндә, бер генның үзенә аллель булмаган икенче ген тәэсирен басуы эпистаз дип атала. Ул комплементар тәэсир итешүнең капма-каршысы була. Башка геннарның тәэсирен баса торган геннар *ингибитор геннар* дип йөртелә. Алар доминант та, рецессив та була, шуңа күрә *доминант* һәм *рецессив эпистаз* да очрый.

Мисал китерик. Доминант *W* гены кабакта — ак төсне, ә рецессив *w* гены башка төсне билгели. Икенче аллельдә доминант *Y* гены сары төс өчен, ә рецессив *y* гены яшел төс өчен җаваплы. Ак (*WWYY*) җимешле кабакны яшел җимешлеләр белән серкәләндергәндә, беренче буын гибридларының бөтенесендә дә ак җимешләр (*WwYy*) үсә, ягъни *W* гены *Y* гены тәэсирен баса.

Организм эшчәнлеге өчен нинди дә булса ферментның булмавына бәйле рәвештә, кешедә җитди генетик авырулар очрый. Кайчак андый авырулар эпистаз белән бәйләнгән була, чөнки бу вакытта ингибитор ген эшчәнлегендә хасил булган матдәләр башка генда кодка салынган әһәмиятле ферментлар барлыкка килүне тоткарлый.

Геннарның полимерлык тәэсире. Организмда күп билгеләрнең ачылуы — буй, авырлык, үрчү сәләте, төс, уңыш бирүчәнлек һ.б. — көчле яки көчсез булырга мөмкин. Андый билгеләрне микъдар билгеләре дип йөртәләр; алар өчен берничә ген җаваплы. Аларның тәэсире бергә кушыла, һәм генотипта әлеге микъдар билгесенә йогынты ясый торган доминант геннар парлары никадәр күп булса, билге шулкадәр ныграк ачыла. Мәсәлән, бодай бөртегенең кызгылт төсен ике пар аллельле — A_1 һәм A_2 — доминант геннар билгели. $a_1\,a_1\,a_2\,a_2$ генотиплы үсемлекләрдә бөртекләр төссез; $A_1\,a_1\,a_2\,a_2$ һәм $a_1\,a_1\,A_2\,a_2$ генотиплы үсемлек бөртекләренең төсе бик тонык. Иң ачык төстәгеләре — дүрт доминант генлы ($A_1A_1A_2A_2$) үсемлекләр.

Геннарның полимерлык тәэсиренә башка мисал булып, мәсәлән, кеше тән төсенең нәселдән-нәселгә күчүе тора. Тире төсен төрле дүрт хромосомада урнашкан дүрт ген билгели. Бу геннар тиренең караңгы төстәге пигменты — меланин синтезы өчен җаваплы. Европалыларда геннарның $a_1\,a_1\,a_2\,a_2\,a_3\,a_3\,a_4\,a_4$ җыелмасы еш рак очрый, ә иң кара тәнле африкалыларда — $A_1\,A_1\,A_2\,A_2\,A_3\,A_3\,A_4\,A_4$ җыелмасы. Бу геннар җыелмаларының никадәр күптөрле булуы һәм, димәк, катнаш никахлар очрагында тиренең нинди төсләре килеп чыгу ихтималы турында үзегез уйлап карагыз әле.

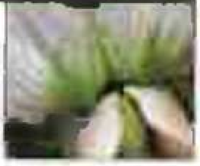
Плейотроплылык. Бер генга берничә билгенең бәйлелеге ***плейотроплылык*** дип йөртелә. Бу күренешне беренче булып Мендель күрә, ул кызыл чәчәкле борчак үсемлегенең сабаклары ак чәчәкләрнеке белән чагыштырганда һәрвакыт караңгы төстә булуына дикъкать итә.

Өстәмә тәэсир итешү. Эпистаз. Генның полимерлык тәэсире. Плейотроплылык.

1. Аллель булмаган геннар тәэсир итешүенең нинди төрләрен беләсез?
2. Нәрсә ул геннарның комплементарлык тәэсире?
3. Кешедә тиренең төсен ничә ген билгели?

Кешедә билгеле бер гендагы мутация *Марфан синдромына* китерә. Андый кешеләрнең бармаклары бик озын һәм нечкә («үрмәкүчсыман») була, күз хрусталигы чыгып тора, йөрәк клапаннары зәгыйфь эшли, кан тамырлары эшчәнлеге начарая. Моның сәбәбе – бу генның тоташтыргыч тукыма үсеше өчен җаваплы булуында һәм аның мутациясе кеше организмының байтак системалары эшенә тискәре йогынты ясавында. Генның күпләгән (плейотроп) тәэсиренең асылы тереклек эшчәнлегенең үзара аз бәйләнгән процессларында әлеге ген кодлаган аксымның күпмедер дәрәҗәдә катнашуыннан гыйбарәт. Бөек композитор һәм скрипкачы Н. Паганини – Марфан синдромлы кешеләрнең берсе.

§ 44 Цитоплазматик нәселдәнлек



1. ДНК күзәнәкнең төшендә генә табылганмы?
2. Митохондрияләр күзәнәктә нинди функцияләр башкара? Пластидлар нинди функция башкара?
3. Яшел эвглена нинди типка керә?

Цитоплазматик нәселдәнлек. Күзәнәк төшендә урнашкан билгеләрнең нәселдән-нәселгә күчүендә ДНКның төп ролен исбатлауга берничә буын биологларның хезмәте кергән. Хәзер бу фактка шикләнергә урын юк, ләкин нәселдәнлек информациясенең күзәнәк цитоплазмасы аша күчүе дә беленде. Бу — нәселдәнлекнең ***цитоплазматик*** яки ***хромосомага бәйсез*** төре.

Митохондрияләр һәм пластидларның да үз ДНКсы булуы раслана. Шуның аркасында алар үзләрен яңартуга сәләтле. Әгәр яшел эвглена күзәнәге пластидларын югалтса, төше саклануга карамастан, ул аларны кабат барлыкка китерә алмый. Гадәттә, эвглена күзәнәгендә

100 гә якын хлоропласт бар. Ләкин, белгәнегезчә, караңгыда эвглена гетеротроф туклануга күчә, һәм аның пластидлары үрчеми, ә эвглена үзе бүленүен дәвам итә. Берничә буыннан соң яктылык начар төшкән шартларда хлоропластлары «җитмәгән» затлар күренә. Бу эвглена токымнарында беркайчан да әлеге органоидлар булмаячак.

Цитоплазматик нәселдәнлекнең үзенчәлеге — *билгенең ана линиясе буенча күчүе.* Чынлап та, пластидлар да, митохондрияләр дә күкәй күзәнәктә күп булырга мөмкин, ә менә ата гаметаларда бу органоидлар, гадәттә, булмый, чөнки ул күзәнәкләр бөтенләй цитоплазмасыз була. Сперматозоидларда митохондрияләр бар, ләкин алар барыбер күкәй күзәнәккә үтми, чөнки, гаметалар кушылганда, күкәй күзәнәккә сперматозоидның генетик материалны йөртә торган төше генә үтә. Шулай итеп, зиготаның барлык митохондрияләре һәм пластидлары аңа ана организмыннан гына күчә.

Хромосомаларга бәйле һәм хромосомаларга бәйсез нәселдәнлекнең тәэсир итешүе. Хромосомаларга бәйле һәм хромосомаларга бәйсез нәселдәнлекнең кайчак катлаулы очракларга китереп тәэсир итешүе исбатланган. Мәсәлән, митохондрияләрнең күпчелек аксымнары төш геннарында кодка салынган, һәм билгеләр нәселдән-нәселгә Мендель кагыйдәләре буенча күчә, ә калган аксымнар ана линиясе буенча килгән митохондрияләрнең үзләрендәге ДНКда кодлана. Митохондрияләрдә күзәнәк сулавы ферментларының геннары һәм шулай ук кайбер уңайсыз тәэсирләргә бирешмәүчәнлекне билгели торган геннар табылган.

Бактерияләр цитоплазмасында плазмидалар — бактериаль күзәнәкнең төп ДНК молекуласыннан аерым урнашкан ДНКның боҗралы фрагментлары була. Кайбер эукариотлар күзәнәкләрендә, мәсәлән чүпрәдә, шулай ук ДНК молекулалары табылган, алар чүпрә гөмбәчекләренең агулы матдәләргә (токсиннарга) тотрыклылыгын тәэмин итә. Болар барысы да — цитоплазматик нәселдәнлек мисаллары.

Цитоплазматик нәселдәнлек.

1. Нәрсә цитоплазматик нәселдәнлек дип атала? Ул нинди әһәмияткә ия?
2. Митохондрияләр ата линиясе буенча күчәме, әллә ана линиясе буенчамы?
3. Бактериаль күзәнәктә ничә хромосома урнашкан?
4. Хромосомаларга бәйле һәм хромосомаларга бәйсез нәселдәнлек үзара бәйләнгәнме?

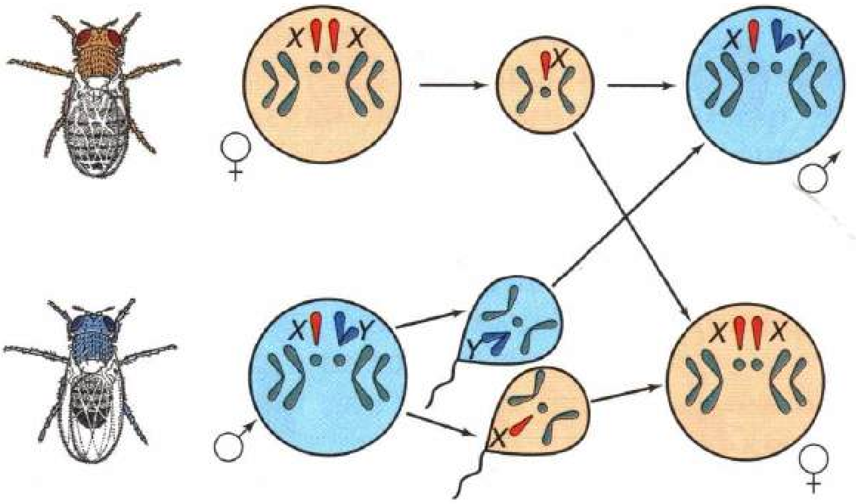
§ 45 Җенесне генетик билгеләү

1. Нинди хромосомалар җенес хромосомалары дип атала?
2. Нинди организмнар гермафродитлар дип атала?
3. Нинди авырулар нәселдән килгән дип санала?

Җенес нәселдәнлеге теориясе. Хайваннарның күп төрләрендә ике җенес затлары — ата һәм ана затлары була. Җенескә карап таркалу 1 : 1 нисбәтендә уза. Башкача әйткәндә, барлык төрләрнең ата һәм ана затлары сан ягыннан якынча бертигез. Әле Мендель үзе үк токымда кайсыдыр билге буенча мондый таркалу ата-ана затларның берсе шушы билге буенча гетерозиготалы (*Aa*), ә икенчесе рецессив гомозиготалы (*aa*) булу очракларында күзәтелүенә игътибар итә. Җенесләрнең берсе (ул чакта кайсы икәне ачык булмый) гетерозиготалы, ә икенчесе организмның җенесен билгели торган ген буенча гомозиготалы була дип фаразлана.

Җенес нәселдәнлегенең хәзерге теориясен *Т. Морган* һәм аның хезмәттәшләре XX гасыр башында тәгъбир итә. Алар ата һәм ана затларның хромосомалар җыелмасы буенча аерылуын ачыклауга ирешәләр.

Ата һәм ана организмнарның барлык хромосома парлары (бер парын исәпләмәгәндә) бертөрле, алар ***аутосомалар*** дип атала, бер пары — ***җенес хромосомалары*** булганы — ата һәм анада төрле. Мәсәлән, ата һәм ана дрозофилаларда һәр күзәнәктә өчәр пар аутосома, ә менә җенес хромосомалары аерыла: анада — икешәр *X*-хромосома, ә атада *X* һәм *Y* була (62 нче рәсем). Туачак затның җенесе аталану



62 нче рәсем. *Дрозофилада җенес билгесе буенча таркалу схемасы*

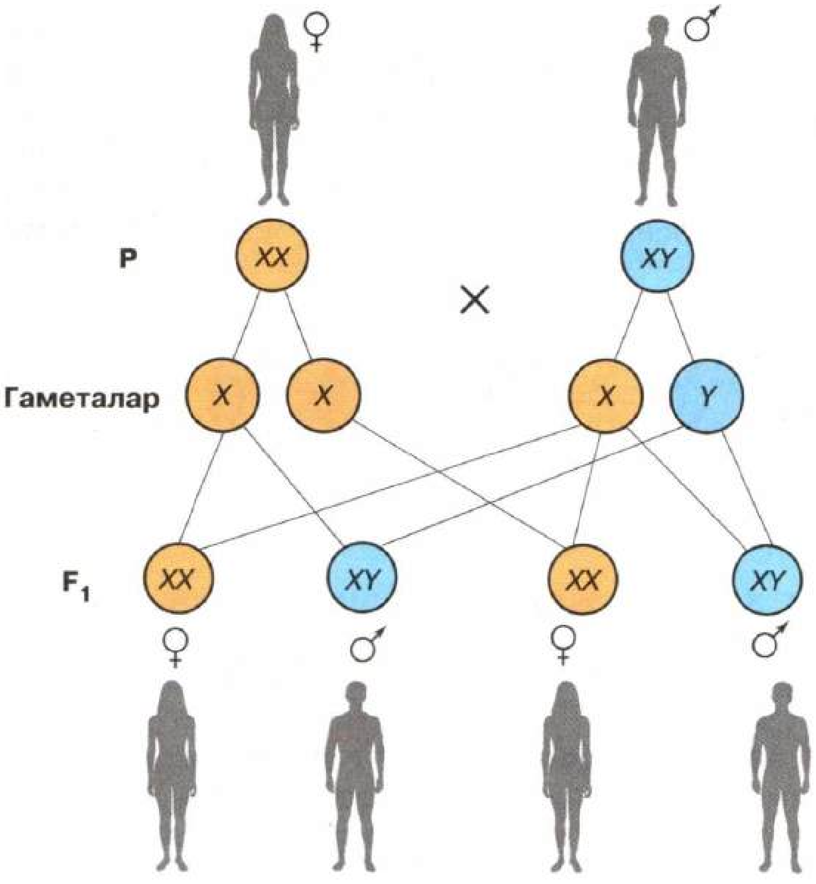
мизгелендә билгеләнә. Әгәр сперматозоид X-хромосомалы булса, аталанган күкәй күзәнәктән ана (XX) туа, ә инде сперматозоидта Y-җенес хромосомасы булса, ата (XY) туа.

Ана дрозофилада Y-җенес хромосомаларын йөрткән күкәй күзәнәкләре генә ясалганлыктан, аның ана җенесен ***гомогаметалы*** диләр. Ата дрозофилада тигез нисбәттә сперматозоидлар йә X-, йә Y-җенес хромосомалары белән ясала. Шуңа күрә дрозофиланың ата җенесе ***гетерогаметалы*** дип атала.

Күптөрле тереклек ияләренең, мәсәлән кысласыманнар, җирсу хайваннары, балыклар, күпчелек имезүчеләрнең (шул исәптән кешенең дә), ана җенесе гомогаметалы (XX), ә ата җенесе гетерогаметалы (XY).

Кешедә җенес нәселдәнлеген схема рәвешендә күз алдына китерергә мөмкин (63 нче рәсем). Мондый кушылуда җенесләр нисбәте теоретик яктан һәрвакыт 1 : 1 булуы аермачык күренә.

Кешедә ата җенеслелекне билгели торган Y-хромосома атадан аталану мизгелендә күчә һәм бу — ир бала тууына сәбәп була. Шулай итеп, туачак баланың җенесе атадан зиготага җенес хромосо-



63 нче рәсем. *Кешедә җенес билгесе буенча таркалу схемасы*

маларының кайсы эләгүгә бәйле. Кешенең Y-хромосомасында ирлек җенес бизләренең нормаль үсешенә кирәкле аксымнар өчен җаваплы ген була. Бу бизләр ирләрнең бөтен җенес системасы формалашуын билгели торган ата җенес гормоннарын бик тиз эшләп чыгара башлый. Әгәр аталануда X-хромосомалы сперматозоид катнашса, үсеш алган яралгы күзәнәкләрендә Y-хромосома булмый, димәк, аңа кодланган «ирләр» аксымы да юк дигән сүз. Шуңа күрә туачак кыз бала яралгысында күкәйлекләр һәм ана җенес юллары үсеш ала.

Шулай итеп, дрозофилада һәм кешедә ана җенес гомогаметалы була, һәм бу ике төрдә җенес билгеләренең нәселдән-нәселгә күчү схемасы бертөрле. Кайбер төр тереклек ияләренең җенесе хромосомалар буенча бөтенләй башкача билгеләнә. Мәсәлән, кошларда һәм рептилияләрдә ата затлар гомогаметалы (XX), ә аналары гетерогаметалы (XY). Кайбер бөҗәкләрдә ата җенеснең хромосомалар җыелмасында бер генә җенес хромосомасы ($X0$) була, ә аналары гомогаметалы (XX).

Бал кортлары һәм кырмыскаларда җенес хромосомалары юк, һәм ана затлар тән күзәнәкләрендә хромосомаларның диплоидлы җыелмасын, ә партеногенетик (аталанмаган күкәй күзәнәктән) үскән ата затлар гаплоидлы җыелмасын йөртә. Табигый ки, бу очракта ата җенестә сперматозоидлар үсеше мейозсыз бара, чөнки хромосомалар санын гаплоидлы җыелмадан да азракка киметү мөмкин түгел.

Крокодилларда җенес хромосомалары табылмаган. Йомырка эчендә үскән яралгының җенесе әйләнә-тирә температурасына бәйле: югары температурада — күбрәк ана, салкынчада ата җенес күбрәк барлыкка килә.

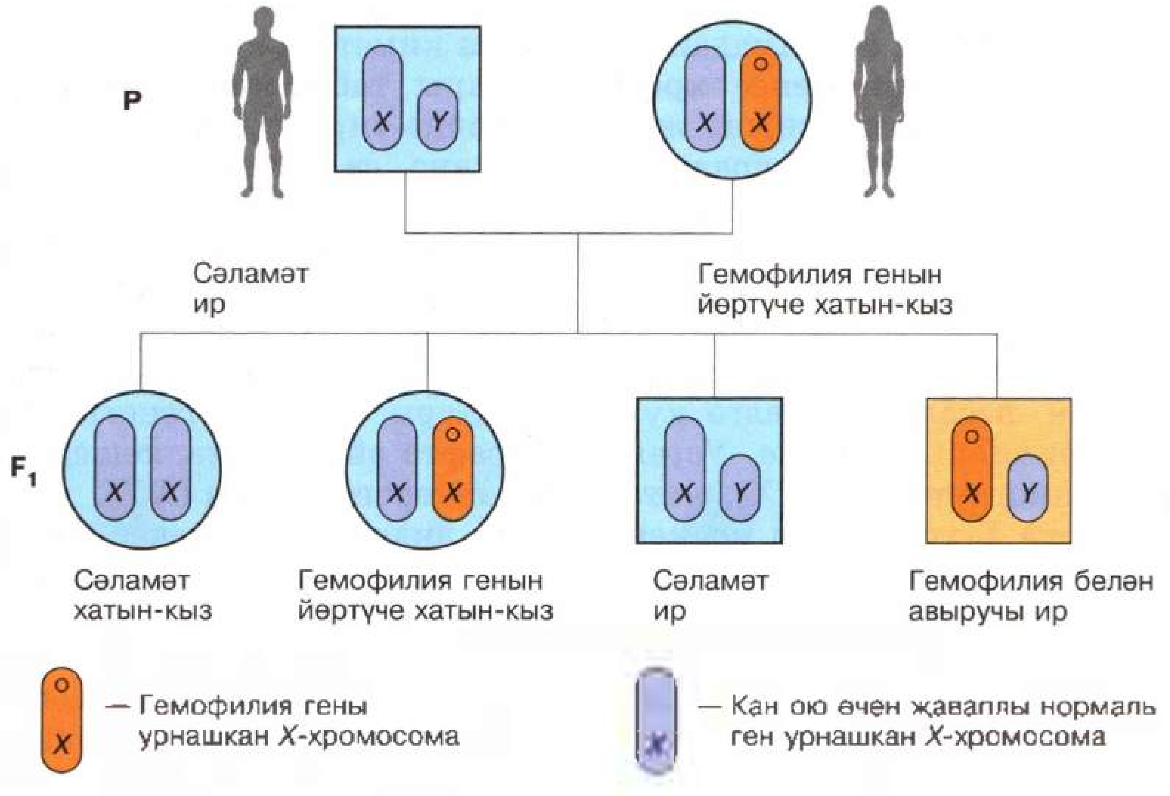
Нәселдәнлек билгеләренең җенескә тоташып күчүе. Җенес хромосомаларында җенескә мөнәсәбәте булган билгеләр белән берничек тә бәйләнмәгән геннар байтак. Геннары җенес хромосомаларында урнашкан билгеләр ***җенескә тоташып күчүчеләр*** дип йөртелә. Аларның нәселдән-нәселгә күчү характеры җенесне генетик билгеләү принцибына бәйле. Узган параграфта әйтелгәнчә, кешедә ана җенес гомогаметалы (XX), ә ата җенес гетерогаметалы (XY).

Кешедә Y-хромосома кечкенә, ләкин анда, ирлек җенес бизләре өчен җаваплы геннан тыш, башка күп санлы геннар да, мәсәлән, тешләрнең зурлыгын билгели торган ген да була.

Ә менә X-хромосома 200 дән дә ким булмаган ген йөртә. Хатын-кызның соматик (тән) күзәнәкләрендә икешәр X-хромосома, шуңа күрә һәр билге өчен икешәр ген җаваплы, ә ир-ат организмы күзәнәкләрендә бер генә X-хромосома, һәм анда урнашкан йөз ярым генның барысы да — доминанты да, рецессивы да, — һичшиксез,

фенотипта чагыла. Әйтик, ир бала организмына әнисеннән авыруга китергән ниндидер мутант ген белән «бозык» X-хромосома керде, ди. Аның күзәнәкләрендә икенче X-хромосома булмаганлыктан (Y-хромосома гына бар), һичшиксез, авыру үзен сиздерәчәк. Әгәр андый мутант генлы X-хромосома күкәй күзәнәккә эләксә һәм кыз бала туса, ул авырмаячак, чөнки әтисеннән мутант генның тәэсирен баса торган генны йөрткән нормаль X-хромосоманы ала. Кешедә шушы схема буенча *гемофилия* авыруы нәселдән-нәселгә күчә, чөнки организмда канның оюы өчен кирәкле матдәләрнең берсе җитешми. Гемофилия белән авыручы кешенең аз гына ярадан да каны агып бетәргә мөмкин.

Әлеге авыру ир балага сәламәт анадан күчә ала: бу очракта андый хатын-кыз X-хромосомаларының берсендә патологик ген йөртә, ә аңа пар икенче X-хромосоманың аллель гены нормаль була (64 нче рәсем). Ул чакта авыру ир бала туу ихтималы 50%. Кыз балалар гемофилия белән бик сирәк авырыйлар, авырса да, гемофилия генын йөртүче сәламәт хатын-кыз баласын гемофилик ирдән тапкан очракта гына күзәтелә, әле алай да гемофилияле кыз бала туу ихтималы 50% кына тәшкил итә.



64 нче рәсем. *Гемофилиянең нәселдән-нәселгә күчү схемасы*

Тумыштан кызыл һәм яшел төсләрне аера алмау — *дальтонизм*, гемофилия кебек үк, ул да нәселдән килә, аерма шунда гына: кеше гомере өчен куркыныч түгел.

Женескә тоташып күчүче билгеләр. Аутосомалар. Женес хромосомалары. Гомогаметалы женес. Гетерогаметалы женес.

1. Хромосомаларның нинди типларын беләсез?
2. Нәрсә ул гомогаметалы һәм гетерогаметалы женес?
3. Имезүчеләрдә женес нәселгә ничек күчә?
4. Сез тере организмнарда женесне хромосомаларга бәйле һәм хромосомаларга бәйсез билгеләүнең тагын нинди вариантларын беләсез?
5. Кешедә ата женес гетерогаметалымы, әллә ана женесме?
6. Бал кортларының корт анасы белән эшче кортлары арасында хромосомалар саны буенча аермалар бармы?

Ата женесне еш кына көчле диләр. Ләкин генетика күзлегеннән караганда ул алай түгел. Ир-ат организмы күп кенә тискәре йогынтыларга, инфекциягә, кан югалтуга, стресска һ.б.га бирешүчән. Шуңа бәйле рәвештә кеше популяцияләрендә женесләр нисбәте 1 : 1 үзгәргән: 100 кызга 106 ир бала туа. Моның механизмы әлегә аңлашылмый. 18 яшькә бу нисбәт нормага килә – 1 : 1 була, 50 яшькә 100 хатын-кызга 85 ир-ат туры килә, ә 80 яшькә – 50 гә генә кала!

§ 46 Үзгәрүчәнлек

1. Нәрсә ул нәселдәнлек?
2. Нәрсә ул үзгәрүчәнлек?

Үзгәрүчәнлекнең төрләре. Тере организмнарның үз төрендәге затларыннан да, башка төр затларыннан да аерымлыклар алу сыйфаты ***үзгәрүчәнлек*** дип атала. Әлбәттә, бер күкәй игезәкләре бик охшашлар, ләкин аларны аерып торган, һич югында, бер миң була. Ә инде, мисалга, игезәкнең берсе — культуризм белән, ә икенчесе шахмат белән шөгыльләнсә, аларның фенотипларындагы аерымлык бик ачык күренәчәк.

Үзгәрүчәнлекнең ике төре була: *модификацион* (фенотипик) һәм *нәселдәнлек* үзгәрүчәнлеге (генотипик).

Модификацион үзгәрүчәнлек. Тере организмнарның барлык билгеләрен бу организмның генотибын төзегән геннар комбинациясе билгели. Ләкин геннарга тышкы тирәлек даими йогынты ясый, һәм аларның ачылу дәрәҗәсе төрлечә булырга мөмкин.

Әгәр, вегетатив юл белән үрчетеп, берәр төрле куакның, мәсәлән крыжовникның, элгәр төбеннән яңа үсенте алсак, аларның генотиплары нәкъ бертөрле булыр. Ләкин фенотиплары, һичшиксез, аерылып торачак. Яфрак санында һәм зурлыгында, сабак озынлыгында һ.б.да чагылган аерымлыклар тышкы тирәлек факторларының (дымлылык, яктылык, туфракның) сыйфаты төрле дәрәҗәдә йогынты ясаганнан килә.

Организмның билгеләрендә генга кагылмаган һәм туачак буыннарга күчә алмаган мондый үзгәрешләр модификацияләр дип, ә үзгәрүчәнлекнең бу төре ***модификацион үзгәрүчәнлек*** дип атала. Модификацияләргә ешрак микъдар билгеләре — буй, авырлык, үрчемлелек һ.б. — тиз бирелә.

Модификацион үзгәрүчәнлекнең ачык мисалы булып су төбендә тамырлана торган укъяфрак үсемлегендә яфрак формалары үзгәрү хезмәт итә ала. Аның бер үк үсемлегендә яфраклар, кайда үсүенә карап (су төбендә, өстендә яки һавага чыгып), өч төрле була (65 нче рәсем). Яфрак формасындагы бу аерымлыклар аларның яктыртылу дәрәҗәләре белән билгеләнә, ә һәр яфракның күзәнәкләрендә геннар җыелмасы бертөрле.

65 нче рәсем. *Укъяфракның су өстендә һәм су астында үсә торган яфракларының төрле формада булуы*

Организмның төрле билгеләре һәм үзлекләре өчен әйләнә-тирә шартларына ни дәрәҗәдә бәйле булу характерлы. Мәсәлән, кешедә күз төсен һәм кан группасын болар өчен җаваплы геннар гына билгели, яшәү шартлары бу билгеләргә йогынты ясый алмый. Ә менә кешенең буе, авырлыгы, физик чыдамлыгы тышкы шартларга, мәсәлән, ничек туклануга, физик эш белән шөгыльләнүгә

һ.б.га бәйле. Нинди дә булса билгенең модификацион үзгәрүчәнлек чикләре ***реакция нормасы*** дип атала. Реакция нормасы генетикага бәйле һәм нәселдән бирелә.

Кайчак билгенең үзгәрүчәнлеге бик зур була, ләкин ул реакция нормасы чикләреннән чыга алмый. Кайбер билгеләрнең реакция нормалары бик киң (мәсәлән, сарыкларда йонның тыгызлыгы, сыерларның сөтлелеге), ә икенче бер билгеләрнең (кроликларда йон төсе) тар булуы белән аерылып тора.

Югарыда әйтелгәннәрдән бик мөһим нәтиҗә ясап була. *Нәселдән-нәселгә билге үзе түгел, ә аерым бер шартларда бу билгене ачу сәләте күчә,* башкача әйткәндә, *организмның тышкы шартларга реакция нормасы нәселдән-нәселгә күчә.*

Шулай итеп, модификацион үзгәрүчәнлекнең түбәндәге төп сыйфатларын санарга мөмкин:

— модификацион үзгәрешләр токымнарга бирелми;

— модификацион үзгәрешләр төрнең күп затларында барлыкка килә һәм әйләнә-тирә йогынтысына бәйле була;

— модификацион үзгәрешләр реакция нормасы чикләрендә генә була ала, ягъни ахыр чиктә аларны генотип билгели.

Нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге. Үзгәрүчәнлекнең бу төре генетик материалдагы үзгәрешләргә бәйле һәм тере организмнар күптөрлелегенең нигезе, шулай ук табигый сайланыш өчен материал бирүе белән эволюция процессының этәргеч көче булып тора.

Нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге ике формада: *комбинатив* һәм *мутацион* формаларда чагыла.

Комбинатив үзгәрүчәнлек нигезендә төрле генотипларның гаять күп җыелмасын барлыкка китергән җенси процесс ята.

Һәр кешенең күзәнәкләрендә анадан 23 һәм атадан 23 хромосома була. Гаметалар ясалганда, аларның һәркайсына 23 кенә хромосома эләгә, һәм ничәсе атадан, ничәсе анадан булуы — очраклы күренеш. Комбинатив үзгәрүчәнлекнең беренче чыганагы әнә шунда яшеренгән.

Икенче сәбәбе — кроссинговер. Безнең һәр күзәнәгебезнең әбибабайларыбыз хромосомаларын йөртүе генә җитми, бу хромосомаларның билгеле бер өлеше кроссинговер нәтиҗәсендә берникадәр генны башка линиянең ерак бабалары йөрткән гомологик хромосомалардан да ала. Андыйлар *рекомбинант* хромосомалар дип атала. Алар, яңа буын организмы формалашуда катнашып, моңа кадәр ата организмында да, анада да булмаган бу билгеләрнең көтелмәгән комбинацияләренә китерәләр.

Ниһаять, комбинатив үзгәрүчәнлекнең өченче сәбәбе — аталану вакытында теге яки бу гаметаларның очраклы очрашулары.

Комбинатив үзгәрүчәнлекнең нигезендә яткан бу өч процесс, бер-берсенә бәйсез эшләп, генотипларның мөмкин булган барлык күптөрлелеген барлыкка китерә.

Нәселдәнлек материалында, ягъни ДНКда, үзгәрешләр барлыкка килүне ***мутацион үзгәрүчәнлек*** дип йөртәләр. Биредә үзгәрешләр аерым молекулаларда да (хромосомаларда), бу молекулаларның санында да булырга мөмкин. Мутацияләр тышкы һәм эчке тирәлекнең төрле факторлары йогынтысында килеп чыга.

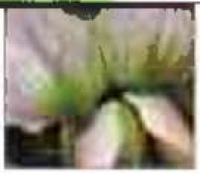
«Мутация» терминын Голландия галиме *Г. де Фриз* 1901 елда иң беренче булып тәкъдим итә. Ул үсемлекләрнең үзлегеннән мутацияләнүе турында яза. Мутацияләр сирәк күзәтелә, ләкин үзләре буыннан-буынга күчә бара торган кителмәгән сикерешле үзгәрешләргә китерә.

Үзгәрүчәнлек. Реакция нормасы. Модификацион үзгәрүчәнлек. Нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге. Комбинатив үзгәрүчәнлек. Мутацион үзгәрүчәнлек.

1. Сезгә үзгәрүчәнлекнең нинди төрләре билгеле?
2. Модификацион үзгәрүчәнлекнең төп билгеләре нинди?
3. Нәрсә ул реакция нормасы?
4. Нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең нинди формаларын беләсез?
5. Комбинатив үзгәрүчәнлекнең сәбәпләре нинди?

Билгенең ачылу дәрәҗәсе (хәзер геннар тәэсире дип әйтерләр иде) тышкы тирәлек шартларына бәйле булуны истә тотып, рус селекционеры И. В. Мичурин: «Нинди дә булса гибрид үсемлекнең үсү шартларын үзгәртеп, кайбер билгенең (генның) көчлерәк, ә икенчеләре көчсезрәк ачылуына йогынты ясарга мөмкин», – диган фикер әйтә. Ул экспериментал юл белән гибридларда нәкъ менә әлеге шартларда тереклек итү өчен кирәкле үзлекләр ачылуын күрсәтә. Мичурин грушаның көньяк сортын уссурий кыргый грушасы белән куша, ә гибридны Россиянең урта полосасы шартларында үстерә. Нәтиҗәдә үсемлектә уссурий грушасына хас салкынга чыдамлылык билгеләре ачыла. Бу «доминирлау белән идарә итү» диган шартлы исем ала.

§ 47 Мутация төрләре



1. Нәрсә ул мутацияләр?
2. Мутацияләрнең әһәмияте нәрсәдә?

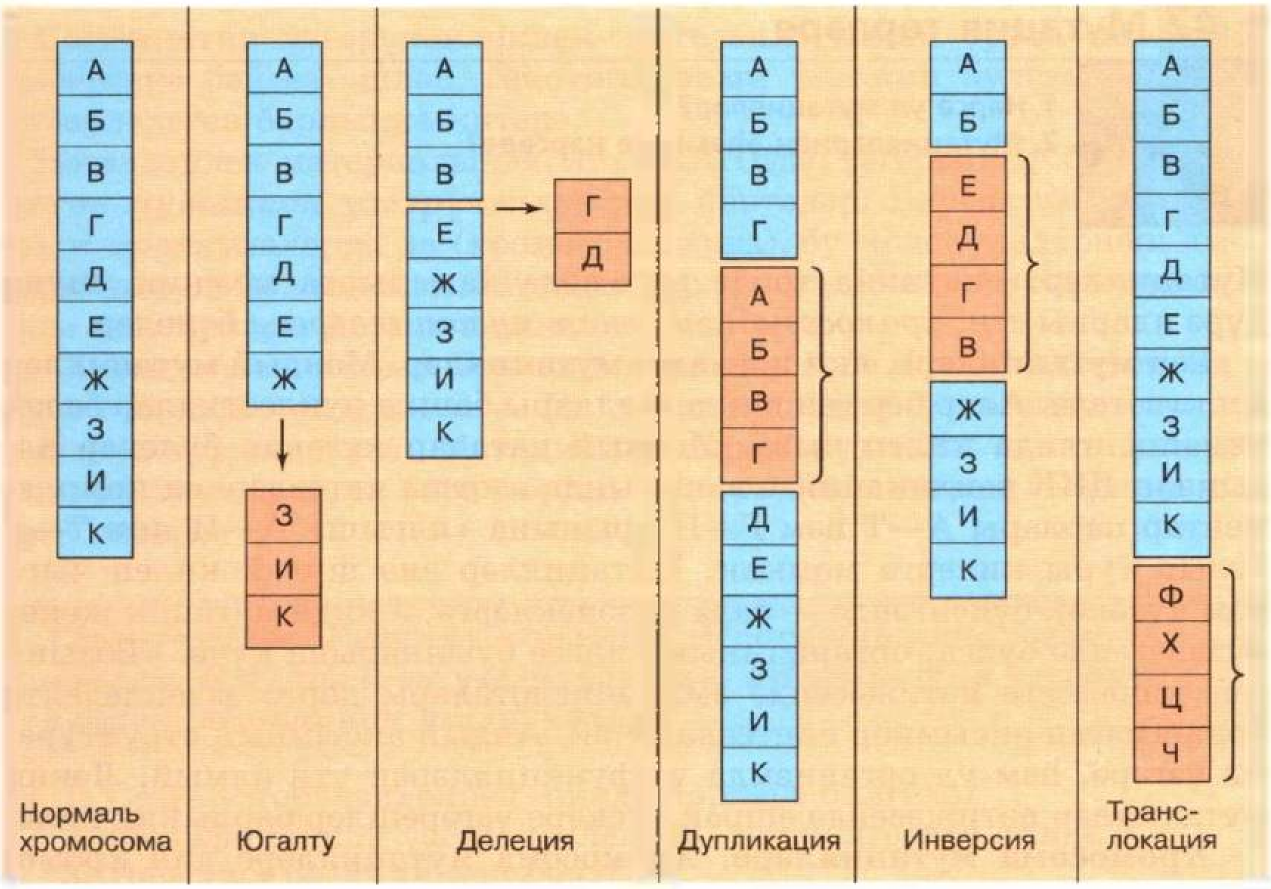
Мутацияләр генотипка төрле дәрәҗәдә кагылырга мөмкин, шуңа күрә аларны *ген, хромосома* һәм *геном мутацияләренә* бүләләр.

Ген мутацияләре, яки нокталы мутацияләр. Мондый мутацияләр еш күзәтелә. Алар бер ген нуклеотидлары башка нуклеотидлар белән алмашынганда килеп чыга. Мондый хаталар күзәнәк бүленер алдыннан ДНК репликациясе вакытында азотлы нигезләрнең комплементар парлары А—Т һәм Г—Ц урынына «ялгыш» А—Ц яки Т—Г булып туры килергә мөмкин. Мутацияләр әнә шулай килеп чыга һәм күзәнәк бүленгәндә — бала күзәнәкләргә, ә инде мутация җенес күзәнәгендә булса, организмның киләсе буыннарына күчә. «Бозык» ген эшчәнлеге нәтиҗәсендә аминокислоталары дөрес эзлеклелектә урнашмаган аксымнар синтезланачак. Андый аксымның структурасы үзгәрә, һәм ул организмда үз функцияләрен үти алмый. Ләкин мутацияләр нәтиҗәсендә ешрак тискәре үзгәрешләр барлыкка килә.

Хромосома мутацияләре. Хромосома мутацияләре дип хромосоманың структурасындагы шактый зур үзгәрешләрне атыйлар, алар әлеге хромосоманың берничә генына кагыла (66 нчы рәсем). Мәсәлән, ***югалту*** булырга мөмкин, бу вакытта хромосоманың соңгы өлеше өзелә һәм әлеге участокның барлык геннары югала. Мондый хромосома мутациясе кешенең 21 нче хромосомасында булса, үлемгә илтә торган көчле лейкозга — акканлылыкка китерә. Кайчак хромосома үзенең урта өлешен югалта. Андый хромосома мутациясе ***делеция*** дип атала. Делециянең нәтиҗәләре бик төрле: ул җитди нәселдәнлек авыруына яки үлемгә дә китерергә мөмкин һәм шул ук вакытта ниндидер тайпылышларның (ДНКның организм үзлекләре турында информация йөртмәгән участогы югалган очракта) булмавы да ихтимал.

Хромосома мутацияләренең тагын бер төре — хромосоманың кайсы да булса участогының икеләтә артуы. Бу вакытта геннарның бер өлеше хромосомада ике урында очраячак. Әлеге процесс берничә тапкыр булырга мөмкин — дрозофила хромосомаларының берсендә сигез тапкыр кабатланган генны табалар. Мутациянең мондый төре ***дупликация*** дип атала, ул организм өчен югалту яки делециягә караганда куркынычсызрак.

Инверсия күзәтелгәндә, хромосома ике урыннан өзелә, барлыкка килгән фрагмент, 180° ка борылып, өзелгән урынга кабат килеп тезелә. Мәсәлән, хромосома участогында АБВГДЕЖЗИК геннары, ди.



66 нчы рәсем. *Хромосома мутацияләренең төрләре*

Б — В һәм Е — Ж арасында өзеклек барлыкка килә, ВГДЕ фрагменты борылып, шул өзелгән урынга килеп баса. Нәтиҗәдә хромосоманың структурасы бөтенләй үзгәрә — АБЕДГВЖЗИК рәвешен ала.

Хромосома мутацияләренең тагын бер төре — ***транслокация.*** Бу мутациядә хромосоманың бер участогы үзенә гомологик булмаган икенче хромосомага тагыла.

Хромосома мутацияләре, барыннан да бигрәк, күзәнәкләрнең бүлену процессы бозылганда, мәсәлән, тигезсез кроссинговер очрагында килеп чыга. Бу вакытта хромосомалар тигезсез участокларын алмашалар һәм гомологик хромосомаларның берсе бөтенләй ниндидер геннарсыз кала, ә икенчесе, киресенчә, төгәл бер билге өчен җаваплы «артык» генны үзенә ала.

Геном мутацияләре. Бу очракта генотипта ниндидер хромосома йә булмый, яисә, киресенчә, артык була. Мондый мутацияләр ешрак мейозда гаметалар ясалганда нинди дә булса бер парның хромосомалары, аерылып, икесе дә бер гаметага эләккәндә, ә икенче гаметада бер хромосома җитмәгәндә килеп чыга. Артык хромосоманың булуы гына түгел, кирәклесенең булмавы да фенотипта тискәре

үзгәрешләргә китерә. Мәсәлән, хатын-кызда, хромосомалар аерылмаганда, ике 21 нче хромосомадан торган күкәй күзәнәкләр өлгерергә мөмкин. Әгәр мондый күкәй күзәнәк аталанса, *Дауна синдромлы* бала дөньяга килә.

Геном мутацияләренең аерым очрагы — ***полиплоидия.*** Бу, — митоз һәм мейоз вакытында хромосомаларның аерылуы бозылу аркасында, күзәнәкләрдә аларның саны икеләтә арту. Андый организмнарның соматик күзәнәкләрендә $3n$, $4n$, $8n$ һ.б. хромосома була; бу — организмда барлыкка килгән гаметаларда ничә хромосома булуына бәйле. Полиплоидия еш кына бактерияләрдә, үсемлекләрдә, сирәк кенә хайваннарда күзәтелә. Культуралы үсемлекләрнең күп сортлары — полиплоидлылар. Мәсәлән, кеше тарафыннан игелә торган кыяклыларның дүрттән өче — полиплоидлылар. Әгәр бодай өчен гаплоидлы җыелма (n) 7 гә тигез булса, безнең шартларда игелә торган төп сорт йомшак бодайның 42 шәр хромосомасы ($6n$) бар. Чөгендер, карабодай һ.б. — шулай ук полиплоидлылар. Кагыйдә буларак, полиплоид үсемлекләрнең тереклек сәләте, зурлыгы, уңыш бирүчәнлеге югары. Хәзерге вакытта полиплоидлыларны китереп чыгаруның махсус методлары эшләнде. Мәсәлән, үсемлек агуы колхицин, гаметалар ясалганда, бүленү орчыгын бозарга сәләтле, нәтиҗәдә $2n$ хромосомалы гаметалар барлыкка килә. Андый гаметалар кушылганда, зиготада $4n$ хромосома булып чыга.

Ген, хромосома һәм геном мутацияләре. Хромосома мутацияләренең төрләре: югалту, делеция, дупликация, инверсия, транслокация. Полиплоидия.

1. Сез мутацияләрнең нинди төрләрен беләсез? Аларның биологик һәм практик әһәмияте нинди?
2. Хромосома мутацияләре һәм геном мутацияләре арасында аерымлык нәрсәдә?

§ 48 Мутацияләрнең сәбәпләре. Соматик һәм генератив мутацияләр

1. Эволюция процессында мутацияләрнең әһәмияте нинди?
2. Нинди мутацияләр ешрак очрый: файдалысымы, әллә зарарлысымы?

Мутаген факторлар. Мутацияләрнең бик күбесе организм өчен зарарлы һәм хәтта үлемгә китерә, чөнки алар миллион еллар дәвамында табигый сайланыш җайга салган бербөтен генотипны

боза. Ләкин мутацияләр гел булып тора, һәм барлык тере организмнар мутациягә сәләтле. Күпчелек очракта без аны билгели алмасак та, һәр мутациянең үз сәбәбе бар. Организмга ***мутаген факторлар*** белән йогынты ясап, мутацияләр санын нык арттырырга да мөмкин.

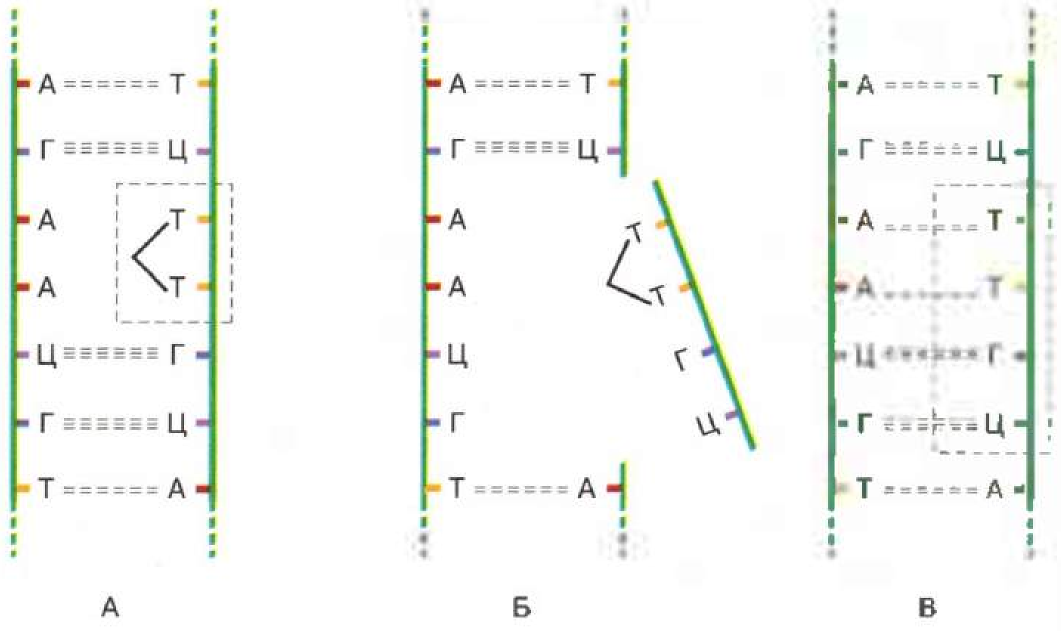
Организмга ясалган кайбер физик йогынтыларны мутаген факторларга кертәләр. Иң көчле мутаген — *ионлаштыргыч нурланыш;* бу — озынлыкка кыска, ләкин квантларының энергиясе бик югары булган электромагнит дулкыннар. Андый квантлар организм тукымаларына үтеп керә һәм төрле молекулаларны, атап әйткәндә, ДНК молекуласын зарарлый. *Ультрашәмәхә нурланыш* та кыска дулкынлыларга керә, ләкин аның квантлары тирәнгә үтми, шуңа күрә тукыманың өске катлауларын гына зарарлый. Менә ни өчен ак тәнле кешеләргә җәен кояшта озак кызынырга ярамый, бу — яман шеш һәм кайбер башка авырулар башлану куркынычын тудыра. *Югары температура* да мутаген фактор булып тора. Мәсәлән, дрозофилаларны гадәттәгедән 10 °C ка югарырак температурада үрчетү мутацияләр санын өч тапкыр арттыра.

Химик матдәләрнең күп төркемнәрендәге кушылмалар мутаген тәэсир итү көченә ия. Мәсәлән, составында кургаш һәм терекөмеш булган тозлар, формалин, хлороформ, авыл хуҗалыгы корткычларына каршы препаратлар мутациягә сәбәп була. Акридиннар классыннан кайбер буяулар ДНК репликациясе процессында делециягә һәм транслокациягә китерә.

Чагыштырмача күптән түгел *вирусларның* мутациягә сәбәпче булуы беленде. Хуҗа күзәнәгендә үрчеп, вирус кисәкчекләре үз ДНКсына «хуҗа» геннарын тезә һәм, икенче күзәнәкне йогышлаганда, аңа чит геннарны кертә.

Әйтелгәннәрдән ачык аңлашыла: яшәешебездә мутацияләргә сәбәпче факторларның мөмкин кадәр аз булуы бик тә мөһим.

Мутацияләр еш килеп чыга. Кешедә гаметаларның 2—10% ында теге яки бу мутация очрый, әмма, бәхеткә каршы, күпчелек очракта алар рецессив һәм алга таба фенотипта чагылмый. Организм, мутаген факторлардан сакланып, генотибы өчен ничек көрәшә соң? Моның сере шунда: әгәр күзәнәктә ДНК репликациясе барышында мутация килеп чыкса, әйтик, ДНКның бер җебендәге янәшә нуклеотидларның азотлы нигезләре арасында «ялгыш» бәйләнеш ялганса (67 нче А рәсем), шунда ук махсус ферментлар ДНКның мутант участогын таный һәм аны өзеп төшерә (67 нче Б рәсем). Аннары башка ферментлар ДНК фрагментын «хатасыз» төзеп бетерә, моның өчен алар ДНКның мутацияләнмәгән җебен матрица итеп файдалана һәм өзеп төшерелгән мутантлы участок урынына «дөрес» фрагментны кертеп утырта (67 нче В рәсем).



67 нче рәсем. *ДНК зарарланганда, аның торгызылу схемасы: А — дефектлы участокны тану; Б — дефектлы участокның өзелеп төшүе; В — дөрес эзлеклелектә тезелү*

Шулай итеп, мутацион үзгәрүчәнлекнең төп характеристикасы түбәндәгечә:

— мутацион үзгәрешләр кетмәгәндә килеп чыга, һәм нәтиҗәдә организмда яңа үзлекләр барлыкка килергә мөмкин;

— мутацияләр, нәселдән-нәселгә күчеп, токымга бирелә;

— мутацияләр юнәлешле характерда булмый, ягъни теге яки бу мутаген фактор йогынтысында төгәл нинди ген мутацияләнүен ышанып раслау мөмкин түгел;

— мутацияләр организм өчен файдалы яки зарарлы, доминант яки рецессив булырга мөмкин.

Соматик һәм генератив мутацияләр. Әгәр кискен үзгәрешләр, гаметалардан тыш, тәннең теләсә нинди күзәнәгендә килеп чыкса, алар ***соматик мутацияләр*** дип атала. Әйтик, үсемлек күзәнәге мутациягә дучар ителсә, аның бөресеннән үскән бәбәкнең бөтен күзәнәкләре мутантлы була. Мәсәлән, кара карлыган куагының бер ботагында ак яки кызыл җиләкләр күренергә мөмкин. Вегетатив юл белән (бу очракта бәбәк чыбыкчасыннан) үрчегәндә, әлеге яңа үзлек аның яшь куакларында да күзәтеләчәк. Шулай итеп, карлыганның яңа сортын чыгарырга мөмкин. Әгәр соматик мутация индивидуаль үсешнең (онтогенезның) башлангыч стадияләрендә килеп чыкса, ул чакта мутацияле күзәнәктән организм тукымасының зур өлеше үсәргә мөмкин, һәм аның бөтен күзәнәкләре мутантлы була. Андый

затлар *мозаикалар* дип йөртелә. Мәсәлән, күзләре ике төстәге кеше мозаикаль була. Җенси үрчегәндә, соматик мутация нәтиҗәсендә килеп чыккан яңа билге киләсе буынга күчми, чөнки бу мутация гаметаларда булмый.

Әгәр инде кискен үзгәреш беренчел җенес күзәнәкләрендә, яки гаметаларда килеп чыкса, моны ***генератив мутация*** дип атыйлар. Андый мутацияләр, әлбәттә, киләсе буынга күчә. Ырудаш кушылдыруда (якын туганнар арасында өйләнешү) рецессив мутацияле геннар гомозиготалы халәткә күчә һәм токымның фенотибында ачыла ала.

Организмга йогынтысы нинди характерда булуына карап, мутацияләр *леталь, ярымлеталь, нейтраль* һәм *файдалыга* бүленә.

Леталь мутацияләр кеше организмы күзәнәкләрендә тереклек белән сыеша алмый, һәм аларның ияләре йә эмбриогенезда, йә тугач та үлә.

Ярымлеталь мутацияләр тереклек эшчәнлегендә кайсыдыр процессларның кискен начараюына китерә, күпчелек очракта шулай ук иртәме-соңмы үлемгә илтә. Кешедә андый мутацияләргә гемофилия керә.

Нейтраль мутацияләр — чагыштырмача төшенчә, чөнки генотип кебек көйләнгән системада теләсә нинди үзгәреш организм өчен әһәмиятсез булып кала алыр микән. Андый мутацияләргә, мәсәлән, аксымнарны кодламый торган хромосомалар участокларындагы мутацияләрне кертәләр.

Файдалы мутацияләр, мөгаен, төр өчен файдалы билгеләрне барлыкка китереп, эволюция процессының нигезендә ятадыр. Бу билгеләр, табигый сайланыш белән ныгытылып, яңа систематик берәмлек — кече төр яки хәтта төр барлыкка китерергә мөмкин.

Мутаген факторлар. Соматик һәм генератив мутацияләр. Леталь, ярымлеталь, нейтраль һәм файдалы мутацияләр.

1. Сезгә нинди мутаген факторлар билгеле?
2. Соматик мутацияләр белән генератив мутацияләр арасында аерма нәрсәдә?
3. Организмда мутацияләрнең роле нинди?

Бүлекнең кыскача эчтәлеге

Генетика ул – нәселдәнлек һәм үзгәрүчәнлекне өйрәнә торган фән. Нәселдәнлек – барлык тере организмнарга хас гомуми үзлек: алар үз билгеләрен һәм үзлекләрен саклау һәм буыннан-буынга күчерү сәләтенә ия. Үзгәрүчәнлек – тере организмнарның, шул ук төрнең башка затлары белән чагыштырганда, үзләрендә яңа билгеләр булдыра алу үзлеге.

Ген – ДНК молекуласының бер участогы. Ул – нәселдәнлекнең элементар берәмлеге. Аллель геннар – бер билге өчен җаваплы геннар. Әгәр нинди дә булса организмның соматик (тән) күзәнәкләрендә аллель геннар икесе дә бертөрле булса, андый организм гомозиготалы дип, ә төрле булса, гетерозиготалы дип атала.

Теләсә кайсы организмдагы барлык геннар җыелмасы – генотип, ә организмның бөтен билгеләре җыелмасы – фенотип. Нинди дә булса төрнең барлык затлары генотипларына кергән геннарның барлык вариантлар җыелмасы төрнең генофонды исемен алды.

Нәселдәнлек законнарына Грегор Мендель нигез сала: болар – беренче буын гибридларының бертөрлелеге кагыйдәсе, таркалу кагыйдәсе, гаметалар сафлыгы законы, билгеләрнең нәселдән-нәселгә бәйсез күчү кагыйдәсе.

Тулы булмаган доминирлау ул – аллель геннар тәэсир итешүнең бер төре, бу вакытта доминант ген рецессив генны ахыргача басып бетерми. Фенотибы буенча аерылып тормаган затларның генотибын белү өчен, анализлаучы кушылдыруны кулланалар, ягъни тикшерелә торган билгенең рецессив геннарын йөртүче гомозиготалы зат белән кушылдыралар.

Хромосомалар теориясен Томас Морган тәгъбир итә. Хромосома эзлекле тоташкан геннар төркеменнән тора. Бер хромосомада урнашкан геннар барысы бергә бер гаметага элгә һәм нәселдән-нәселгә тоташып күчә. Ләкин гаметалар ясалу процессында (мейоз вакытында) хромосомалар конъюгацияләнә һәм алар аллель геннарын алмаша ала. Бу күренеш «кроссинговер» дип атала.

Организмның күп билгеләре – аллель булмаган бернича ген тәэсир итешү нәтиҗәсе.

Теләсә нинди организмның билге үзгәрешләре (геннар структурасы үзгәрүдән булмаганнары) буыннан-буынга күчми, һәм ул модификацион, яки нәселдән-нәселгә күчми торган үзгәрүчәнлек дип атала. Билге үзгәрә алган чикләр реакция нормасы дип атала.

Нәселдән-нәселгә билгеле бер дәрәҗәдә билге түгел, ә бәлки организмның бу билгене аерым шартларда чагылдыру сәләте күчә.

Нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге ике формада – комбинатив һәм мутацион үзгәрүчәнлектә күренә. Комбинатив үзгәрүчәнлек җенси процесста геннар комбинациясе үзгәрү исәбенә була. Мутацион үзгәрүчәнлек аерым геннарның,ербөтен хромосоманың төзелешендә яки хромосомаларның санында тайпылышлар булганда килеп чыга. Мутация ул – генотиптагы аерым үзгәреш. Күпчелек мутацияләр

организм өчен зарарлы, ләкин нейтраль һәм файдалы мутацияләр дә була. Беренчел җенес күзәнәкләрендә яки гаметаларда килеп чыккан кискен үзгәрешләрне генератив мутацияләр дип атыйлар. Тәннең башка күзәнәкләрендә булган кискен үзгәрешләр соматик мутацияләр дип атала.

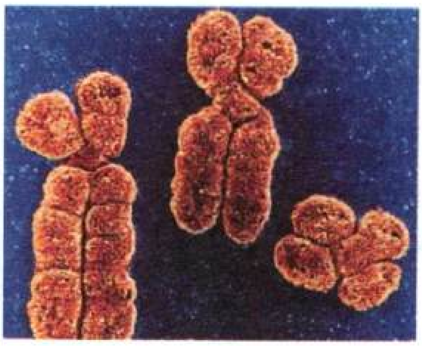
Мутацияләр леталь, ярымлеталь, нейтраль һәм файдалыга бүленә. Леталь мутацияләр үлемгә китерә, ярымлеталь мутацияләр организмның халәтен кискен начарайта һәм иртәме-соңмы шулай ук үлемгә китерергә мөмкин. Нейтраль мутацияләр теоретик яктан организмның тереклек эшчәнлегенә йогынты ясамый. Файдалы мутацияләр, яңа файдалы билгеләр барлыкка китереп һәм сайланыш белән ныгытылып, эволюция процессының этәргеч көче (двигателе) булып торалар. Файдалы билгеләр тереклек ияләренең яңа кече төрен һәм хәтта тулы бер төрен барлыкка китерергә мөмкин.

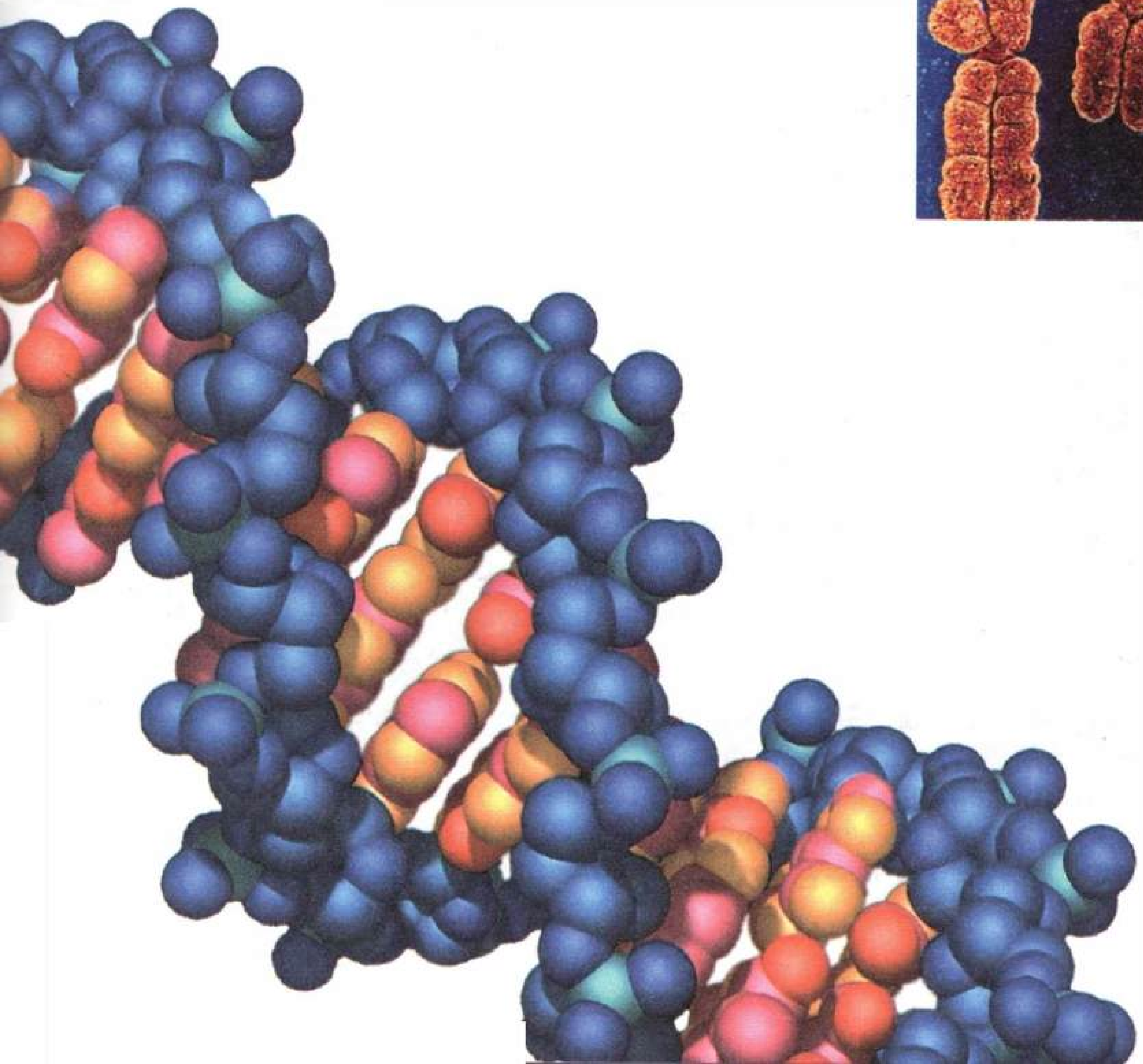
бүлек

4 Кеше генетикасы

Бу бүлекне өйрәнеп, сез түбәндәгеләрне белерсез:

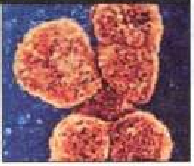
- *кеше генетикасын ничек өйрәнәләр;*
- *генетик авырулар дип ниндиләр атала;*
- *медицина һәм генетика буенча консультацияләр ни өчен кирәк.*





Генетика закончалыклары барлык тереклек ияләре, шул исәптән кеше өчен дә универсаль. Ләкин, күп кенә үзенчәлекләре булу сәбәпле, кешенең нәселдәнлеген тикшерү авыр. Бу үзенчәлекләрне санныйк: тикшеренүләр өчен нәкъ кирәкле парларны туры китереп юнәлешле кушылдыру мөмкин түгел; җенси өлгерүнең соңаруы; аз токым; ясалма мутацияләр белән экспериментлар үткәрү мөмкин булмау; барлык тикшереләчәк кешеләрне бертөрле шартларда яшәтә алмау; хромосомаларның чагыштырмача зур саны (23 пар). Шулай да кеше генетикасын өйрәнү медицинага кирәк булганы өчен генә дә әһәмиятле. Генетик тайпылышларга бәйле авырулар без уйлаганнан да күбрәк. Шул тайпылышлар аркасында эмбрионнарның 15% ы туганчы үк, 3% ы туганда, 3% ы үсеп җиткәнче үлә, 20% кеше өйләнешми һәм гаилә коручыларның 10% ы балага уза алмый. Кешедә генетик тайпылышларның 2000 нән артык авыру китереп чыгаруы билгеле.

§ 49 Кеше генетикасын тикшерү методлары



1. **Кеше генетикасын өйрәнүнең медицина өчен нинди әһәмияте бар?**
2. **Ирләрдә дальтонизм килеп чыгуның сәбәпләре нинди?**

Хәзерге фән кеше генетикасын ничек өйрәнә соң? Еш рак түбәндәге методлардан файдаланалар.

Генеалогик метод, яки шәҗәрә (нәсел агачы) төзү методы. Генеалогик метод, берничә кардәш гаиләне өйрәнеп, шул нәселгә хас нинди дә булса билгенең буыннан-буынга күчү тибын ачыкларга мөмкинлек бирә. Кызганычка каршы, тулы һәм белеп төзелгән шәҗәрәләр бик аз гаиләләрдә генә очрый. Бу методтан файдалануга мисал итеп, Англия королевасы Виктория шәҗәрәсе буенча, гемофилиянең нәселдән-нәселгә күчү характерын ачыклауны әйтергә мөмкин.

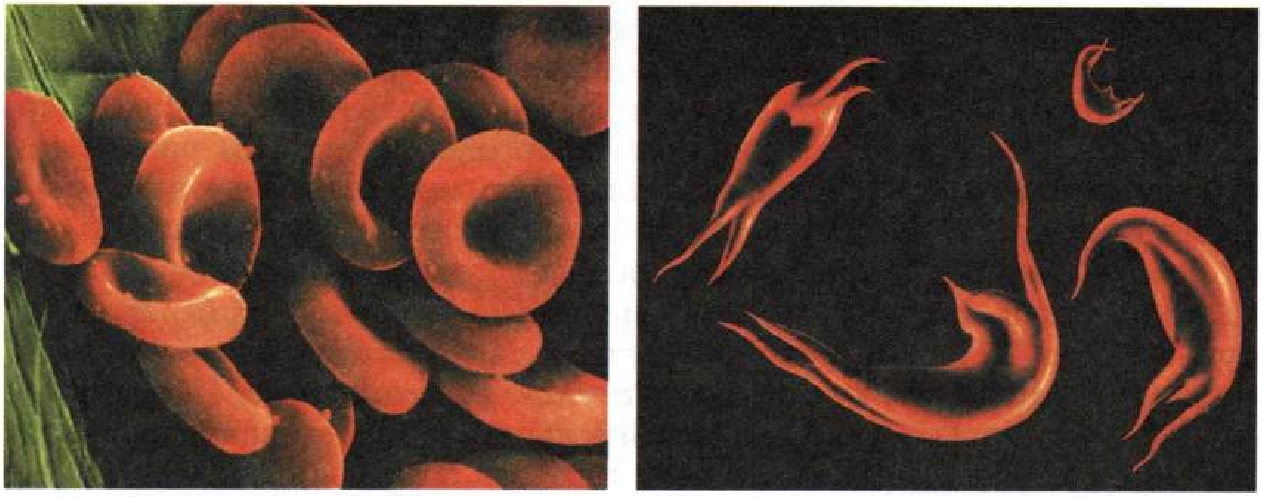
Популяция методы. Популяцион-генетик тикшеренүләр популяцияләрдә геннар һәм генотипларның очрау ешлыгын ачыклаудан гыйбарәт. Кешеләрнең төрле төркемнәрендә теге яки бу билгеләр таралуын статистик анализлау мутацияләрнең гасырлар буе буыннан-буынга күчә баруын күрсәтә. Шулай итеп, төрле милләт кеше-

ләренең, хәтта бөтен бер ил халкының генетик төрлелеген чагылдырган бик катлаулы күренеш килеп баса. Тикшеренүләр билгеле бер популяциядә нинди дә булса билге белән бала туу ихтималын бәяләргә, шулай ук гетерозиготалы кешеләрдә (*Aa*) рецессив геннарның (*a*) очрау ешлыгын исәпләргә булышлык итә.

Игезәкләрне өйрәнү методы. Төрле күкәй игезәкләрендә — генетик төрлелек, ә бер күкәй игезәкләрендә охшашлык күзәтелә. Әгәр бер күкәй игезәкләре төрле шартларда тәрбияләнсәләр, алар арасында барлыкка килгән аерымлыклар байтак билгеләрнең ачылуында әйләнә-тирә факторларның ролен белергә мөмкинлек бирә.

Цитогенетик метод. Бу метод хромосомаларны микроскоп ярдәмендә өйрәнүдән гыйбарәт, ул аларның санын һәм формасын билгеләргә булышлык итә. Мәсәлән, әгәр ир-ат күзәнәкләрендә артык *X*-хромосома (ягъни барлыгы 47, аларның *XXY* — җенес хромосомалары) табылса, бу аңарда Клайнфельтер синдромы барлыкка дәлил булып тора. Хәзерге вакытта хромосомаларның танылуын җиңеләйткән махсус буяу методы эшләнде.

Биохимик методлар. Әлеге методлар мутация кагылган аксым составындагы үзгәрешләр буенча мутациянең урынын һәм характерын билгеләргә мөмкинлек бирә. Мәсәлән, кислород күчерә торган гемоглобинның гаять зур молекуласында бер генә аминокислота алышынса да, ураксыман күзәнәкле анемия авыруы (эритроцитлар ярымай формасын ала) күзәтелә (68 нче рәсем). Гемоглобин составындагы аминокислоталарны тикшереп, шунда ук диагноз куярга була.



А Б

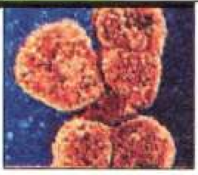
68 нче рәсем. *Ураксыман күзәнәкле анемиядә эритроцитларның зарарлануы: А — сәламәт эритроцитлар; Б — авырган вакытта эритроцитлар*

Кеше генетикасын өйрәнү методлары: генеалогик, популяцияләрне өйрәнү, игезәкләрне өйрәнү, цитогенетик һәм биохимик методлар.

1. Кешенең нәселдәнлеген өйрәнү ни өчен катлаулы?
2. Кешеләрдә генетик тайпылышлар еш очрыймы?

Кайчак кеше гаиләләре дә үрчемле булулары белән аерылып торалар. Мәсәлән, XVIII гасырда Шуя шәһәре янында Фёдор Васильев гаиләсе яшәгән. Аның хатыны 27 тапкыр тудыруда (4 очракта – дүртәр, 7 сендә – өчәр, 16 сында – икешәр) барлыгы 69 бала тапкан.

§ 50 Генетика һәм сәламәтлек



1. Сез мутацияләрнең нинди төрләрен беләсез?
2. Кешедә леталь мутацияләр буламы?

Ген авырулары. Хәзерге вакытка кешедә 2000 нән артык генетик авырулар булуы билгеле, әмма аларның 500 е генә тулырак өйрәнелгән. Мондый авыруларның сәбәбе хромосомалар мутацияләренә генә түгел, геннарга да бәйле булырга мөмкин. Әгәр авыру аутосома мутацияләреннән башланса, өстәвенә мутант ген, доминант та булып, «нормаль» аллель генның тәэсирен басса, бу очракта чирнең ***нәселдән-нәселгә аутосома-доминант*** юл белән күчүе турында сүз бара. *Марфан синдромы* шундый авырулар рәтенә керә (43 нче параграфны карагыз). Кайчакниндидер авыруларны билгеләүче доминант геннар гомозиготалыларда гына (*AA*) җитди тайпылышларга китерә, ә гетерозиготалыда (*Aa*) алар шактый көчсез ачыла яки бөтенләй ачылмый. Андый авыруларның мисалы — *полидактилия* (балада артык бармаклар үсә).

Әгәр авыруны аутосоманың рецессив гены мутациясе китереп чыгарса, аның ***нәселдән-нәселгә аутосома-рецессив*** юл белән күчүе турында сүз бара. Тире, чәч һәм күзнең төсле катлавы пигментларының тумыштан булмавы — *альбинизм* — нәселдән-нәселгә шулай күчә (69 нчы рәсем). Мондый тайпылыш бу билге буенча рецессив гомозиготалы затларда (*aa*) гына күзәтелә. Гетерозиготалы зат (*Aa*) туган очракта, рецессив ген тәэсире ачылмый. Нәселнең аутосома-рецессив тип буенча күчә торган җитди авыруы булып *фенилкетонурия* исәпләнә. Бу авыруны фенилаланиннан тирозин (икесе дә

А

Б

В

69 нчы рәсем. *Тереклек ияләренең төрле төркемнәрендә альбинизм мисаллары:*
А — кешедә; Б — кенгерәдә;
В — еланда

аминокислота) хасил булуы өчен кирәкле ферментны кодлаган ген мутациясе китереп чыгара. Әлеге фермент булмаганда, бала организмында аның нерв системасын какшата торган фенилаланин туплана. Бала бәвелендә бу аминокислотаның артык булуыннан авыру тиз беленә. Бала ризыгында фенилаланин микъдарын киметкәндә, ми нормаль үсеш ала.

Әгәр *X*-җенес хромосомасы генындагы тайпылыш авыруга китерсә, бу очракта ***нәселдәнлек билгесенең җенескә тоташып күчүе*** турында сүз бара. Моның мисалы — *гемофилия.*

Хромосома авырулары. Бу авыруларны хромосомаларның санындагы яки төзелешендәге үзгәрешләр китереп чыгара. Беренче очракта — *геном,* икенчесендә *хромосома* мутацияләре турында сүз

бара. Кеше күзәнәкләрендә 46 хромосома булуы 1956 елда гына беленә. Махсус халыкара комиссия кешенең бөтен хромосомаларын номерлап чыкты. Хәзерге вакытка хромосомаларда күпчелек геннарның урыны ачыкланды һәм кешенең тулы хромосомалар картасын төзү буенча эш тәгәлләнеп килә. Хромосомалар номенклатурасын әшкәрткәннән соң, саннары үзгәрүгә бәйле тайпылышлар нәселнең җитди авыруларына китерүен ачыклауга ирешелде. Кеше күзәнәкләрендә өченче 21 нче хромосома булу баланың *Даун синдромы* белән тууына китерү расланды. Андый балалар 1000 гә бер туа һәм акыл үсеше артта калу, буйга үсмәве, йогышлы авыруларга тиз бирешүчән булулары белән аерылып торалар. Әгәр хатын-кызның хромосомалары җыелмасында бер X-хромосома булмаса, *Шерешевский — Тернер синдромы* күзәтелә, андый хатын-кызлар балага уза алмый, аларның буе һәм муены кыска була. Ир-атларда артык X-хромосома (XXY) *Клайнфельтер синдромына* китерә, бу очракта ирләр стериль, буйга озын, акыл сәләте түбән, скелеты хатын-кызныкы тибында була. XXY генотибы, күкәй күзәнәкләр ясалганда, аларның берсенә ике X-хромосома эләгүдән барлыкка килә, һәм андый күкәй күзәнәк, аталанганда, Y-хромосома йөртүче сперматозоид белән кушыла.

Хромосомаларның саны үзгәрү генә түгел, ә бәлки аларның структураларындагы тайпылышлар да җитди нәтиҗәләргә китерә. Мәсәлән, 5 нче хромосома өлеше делециясендә кешедә *«мәче тавышы»* синдромы күзәтелә, бу очракта бугаз төзелеше үзгәрә һәм башка тембрдагы тавыш мәче мияулавын хәтерләтә; моннан тыш, акыл зәгыйфьлеге күзәтелә. 21 нче хромосома участогы делециясе булганда, *акканлылыкның* бер формасы башлана.

Хәзерге вакытка мутацияләрнең яман шеш (онкология) авыруларына сәбәпче булулары расланды. Шулай итеп, мутацияләр еш кына бик җитди нәтиҗәләргә китерә. Ләкин фән үсеше генетик авырулар килеп чыгу куркынычын шактый киметү мөмкинлеген бирә.

Ген авырулары. Аутосома-доминант нәселдәнлек. Аутосома-рецессив нәселдәнлек. Нәселдәнлек билгесенең җенескә тоташып күчүе. Хромосома авырулары.

1. Нәселдән-нәселгә күчү тибы буенча ген авыруларының классификациясе нинди? Ген авыруларының һәр тибы буенча конкрет мисаллар китерегез. Ирләрдә артык X-хромосома булу нинди авыруга китерә?
2. «Мәче тавышы» синдромының сәбәбе нәрсәдә?

Соңгы елларда генетиклар кешедә алкогольгә, наркотикларга бәйлелекнең тиз башлануын билгеләүче геннар булуын ачыкладылар. Андый геннарны йөртүче кешеләр, спиртлы эчемлекләр һәм наркотиклы даруларны кулланганда, аеруча сак булырга тиеш. Әлеге геннарның төзелеше һәм хромосомаларда урнашуы турындагы белемнәр куркыныч авыруларга каршы көрәшергә ярдәм итә.

§ 51 Генетик иминлек проблемалары

1. Нинди мутацияләр нейтраль дип атала?
2. Үзегез белгән мутаген факторларны санап чыгыгыз.

Ни өчен нәсел-нәсәптән өйләнешүләр хупланмый. Әйткәнебезчә, кеше организмында мутацияләр шактый еш булып тора һәм 10% ка кадәр кимчелекле гаметалар ясала. Мутацияләр, гадәттә, рецессив булганлыктан, кеше үзендә, һич шикләнмичә, күпләгән генетик тайпылышларны йөртергә мөмкин. Нәсел-нәсәптән өйләнешкәндә туган балаларда мондый кимчелекле геннарның гомозиготалы халәткә (*aa*) күчү ихтималы бик зур, һәм әлеге патология, һичшиксез, токымның фенотибында беленәчәк. Әлбәттә, күпмедер дәрәҗәдә барлык кешеләр — кардәш. Югыйсә бит Африкада дөньяга килгән беренче кешеләр аз санда булган, ә без барыбыз да — шулардан башлангыч алган кешеләр. Шуңа да карамастан дөньяның барлык илләрендә диярлек нәсел-нәсәптән өйләнешүләр тыела яки бу адымга барырга киңәш ителми.

Үтеп булмаслык биек таулар арасында яшәүче кечерәк общиналарда икенче, өченче буын кардәшләр арасында өйләнешүләр, үз бертуганының кызы һәм улы белән кушылу очраклары еш очрый. Кешеләрнең мондый төркемнәрендә, нәсел-нәсәптән өйләнешүләр сирәк булган тау итәге төбәкләрендәгеләр белән чагыштырганда, дөньяга үле бала килү, шулай ук тумыштан генетик кимчелекле сабыйлар туу ике мәртәбә артыграк очрый.

Авыруларның нәселдән-нәселгә күчү ихтималын ничек киметергә. Алга киткән илләрдә хәзерге вакытта ***медицина һәм генетика буенча консультацияләр*** челтәре эшләп килә.

Нәселдәнлек законнарын белү исә элгәр буыннарда нәсел авыруы очраклары теркәлеп тә сәламәт ата-анадан туган балада генетик тайпылышлар булу ихтималын алдан әйтергә мөмкинлек бирә. Моның өчен, сорашулар үткәреп, ата-ана шәҗәрәсе төзелә, бу еш кына геннарга бәйле авыруның булуын һәм аның нәселдән-нәселгә ничек

күчә килүен, мәсәлән теге яки бу хромосома белән бәйләнешен, ачыкларга булышлык итә.

Табиб-консультантның эше психологик характердагы кыенлыклар белән бәйле, чөнки әбисенең, икенче яки өченче буын туганының авырулары турында сөйләшү бик күпләргә ошамый. Җитмәсә әби-бабасының авыруларын бик аз кеше белә. Әгәр шәҗәрә төзү нәтиҗәсендә бу парларның балаларында генетик тайпылышлар килеп чыгу ихтималы ачыкланса, булачак ата-аналарны биохимик, физиологик һәм цитологик методлар ярдәмендә тикшерәләр. Мәсәлән, көзән җыеру өянәгенә бирелүчән кешеләрдә баш миенең электр дулкыннары характерындагы үзгәрешләрне электроэнцефалограммада яздырып белеп була. Кайчак ата-ананың хромосомалары формасында кимчелекләр яки биохимик тайпылышлар күреп алырга мөмкин, һәм бу — кешенең фенотипта үзен бөтенләй сиздермәгән мутант ген йөртүче икәнен дәлилли. Ниһаять, баланың эмбриональ үсеше чорында аз гына микъдарда туым суын алырга мөмкин, анда эмбрион күзәнәкләре дә, алмашу продуктлары да була. Биохимик һәм цитогенетик анализлар баланың үсеше турында нәтиҗә ясарга ярдәм итә. Карында чагында диагностикалау баланың генетик үзгәрешләр белән туу ихтималы зур булганда үткәрелә. Хәзерге вакытка андый анализлар белән 100 гә якын нәселдәнлек авыруын ачыклыйлар.

Нәселдәнлек тайпылышлары килеп чыгу ихтималын киметү өчен, организмга мутаген факторлар тәэсирен минимумга калдырырга кирәк. Мондый факторларга химик мутагеннар (көнкүреш химиясе, сәнәгать калдыклары, кайбер азык буягычлары, агулы химикатлар), югары интенсивлыктагы электромагнит дулкыннар, биологик мутагеннар (мәсәлән, прививкаларның кайбер төрләре) һәм аеруча вируслы авырулар керә.

Медицина һәм генетика буенча консультация методлары бик тиз үсә, бу күп гаиләләрне авыру бала туу фаҗигасеннән саклап кала, алай да моның ише анализлар һәм баланы ясалма төшерү (аборт) белән бәйле этик проблемалар төрле дин һәм халык вәкилләре тарафыннан төрлечә кабул ителә.

Медицина һәм генетика буенча консультацияләр.

1. Шәҗәрәләр төзү ни өчен кирәк?
2. Ни өчен «барлык кешеләр — кардәш» дип әйтергә мөмкин?

Әйткәнебезчә, еш кына нәселдән-нәселгә билге түгел, ә билгеле бер шартларда аны әча алу сәләте күчә. Бу — нәселдән килгән авыруларга бирешүчәнлеккә кагыла.

Нәселдәнлек күпчелек йөрәк авырулары, гипертония (югары кан басымы), ревматизм, диабет, шизофрения килеп чыгуда зур роль уйный. Әмма сәламәт яшәү рәвеше зарарлы геннарны йөртүчеләрнең күбесендә андый авыруларны кисәтергә булышлык итә.

7 нче таблицада кешенең кайбер доминант һәм рецессив билгеләре китерелгән.

7 нче таблица

Кешенең кайбер доминант һәм рецессив билгеләре

	Доминант билге	Рецессив билге
Күзләр	Зур Коңгырт-кара, аксыл-коңгырт яки яшел Якыннан күрмәү Нормаль күрү Нормаль күрү Озын керфекләр Туры уелган	Кечкенә Соры яки зәңгәр Нормаль күрү Күрә карау (сирәк кенә доминант формасы бар) Дальтонизм Кыска керфекләр Кыек уелган
Колаклар	Колак яфрагы очы аерылып тора Киң	Колак яфрагы очы тоташып үскән Тар
Борын	Кәкре борын Тар билле Борын очы туры Борын тишеге киң	Борын биле туры яки батынкы Киң билле Почык борын Борын тишеге тар
Йөз торышының башка билгеләре	Тулы иреннәр Норма Иякта чокырчык Яңакта чокырчык Яңак сөяге чыгып тора Тешләр һәм казналыклар алга чыгып тора Кискеч тешләр аралы Телне артка бөгә алу сәләте Телне түгәрәкләп төрә алу сәләте Аскы иреннәр калын Туганда тешләр булу	Нечкә иреннәр Иңгән ияк Шома ияк Шома яңаклар Норма Норма Норма Андый сәләт юк Андый сәләт юк Норма Булмау

	Доминант билге	**Рецессив билге**
Чәчләр	Коңгырт Җирән түгел Бөдрә Дулкын-дулкын Пеләшләнү (ирләрдә) Норма Бер тотам чал чәч Вакытыннан элек чалару Тәннең артык төкле булуы Киң йөнтәс кашлар	Сары Җирән Дулкын-дулкын Туры Норма Пеләшләнү (хатын-кызларда) Норма Норма Тәндә төкләрнең аз булуы Норма
Тире	Кара тәнле Калын Сипкелле	Аксыл Юка Сипкелсез
Куллар	Уңагай Чук 6 яки 7 бармаклы Имән бармак атсыз бармактан озынрак (ирләрдә)	Сулагай Чук 5 бармаклы Имән бармак атсыз бармактан озынрак (хатын-кызларда)
Башка билгеләр	Тешләр бозылуга (кариеска) бирешүчән Кыска буйлылык Канның нормаль оюы Нормаль пигментация Калын тавыш (ирләрдә) Абсолют ишетү сәләте	Сәламәт тешләр Озын буйлылык Гемофилия (нәселдәнлек билгесенең җенескә тоташып күчүе) Альбинизм Тенор Юк

Бүлекнең кыскача эчтәлеге

Генетик закончалыклар барлык тере организмнар, шул исәптән кеше өчен дә универсаль. Генетик тайпылышлардан килеп чыккан авырулар шактый киң таралган. Кеше генетикасын тикшерү өчен, түбәндәге методлар кулланыла: генеалогик, популяцияләрне өйрәнү, игезәкләрне өйрәнү, цитогенетик, биохимик методлар.

Генетик авыруларга геннарныкы гына түгел, хромосома мутацияләре дә сәбәпче булырга мөмкин.

Генетик авыруларны кисәтү өчен, медицина һәм генетика буенча консультацияләр булдырырга кирәк.

5

бүлек

Эволюция турындагы тәгълимат нигезләре

Бу бүлекне өйрәнеп, сез түбәндәгеләрне белерсез:

- *нәрсә ул биологик төр, популяция;*
- *популяциядә файдалы үзгәрешләр табигый сайланыш нәтиҗәсендә ничек ныгып кала, бер төр популяцияләре арасында аерымлыклар ничек туплана һәм алар бер-берсеннән ничек изоляцияләнә;*

- *яңа төрләр ничек барлыкка килә;*
- *нәрсә ул микро- һәм макроэволюция, бу процессларның төп закончалыклары нинди.*

Җир йөзендә бактерияләр, гөмбәләр, үсемлекләр, хайваннарның гаять күп санлы төрләре яши. Алар ничек барлыкка килгәннәр соң? Бу тереклек ияләре барлыкка килгәндә үк хәзерге кебек булганнармы, әллә үзгәргәннәрме? Алар хәзерге вакытта үзгәрәләрме? Андый үзгәрешләрнең сәбәпләре һәм механизмнары нинди? Барлык шушы сорауларга җавапны Ч. Дарвин тарафыннан нигез салынган эволюциянең фәнни теориясе бирә. Эволюцион теория тикшеренүләрнең иң заманча методларыннан файдалана. Аның бурычы — Җирдә тереклек ни рәвешле үсә һәм эволюциянең төп юнәлешләре нинди дигән сорауга җавап бирү.

§ 52 Ч. Дарвинның эволюцион тәгълиматы үсеше

1. Үсемлек һәм хайваннарның килеп чыгышы турында сез нәрсәләр беләсез?
2. Нәрсә ул эволюция, моны ничек аңлыйсыз?

«Эволюция» (лат. evolutio — җәелдерү) терминын XVIII гасырда Швейцария натуралисты Шарль Боннэ кертә.

Биологиядә ***эволюция*** дип терек табигатьнең элекке хәленә кайтмый торган тарихи үсеше аңлатыла. Организмнар эволюциясе, табигый бергәлекләрдә, экосистемаларда һәм тулаем биосферада җәелгән процессларны да кертеп, бербөтен организмның молекуляр дәрәҗәсендә, аерым биохимик яки физиологик процесслар дәрәҗәсендә барган барлык тереклек процессларына кагыла. Биологиядә эволюция, организмнарның яңа формаларын барлыкка китерүче көч буларак, 3 млрд елдан артык элек килеп чыккан тереклекнең күзәнәксез формалары хәзерге заманның катлаулы күп күзәнәкле организмнарына башлангыч биргән процесс буларак тикшерелә. «Эволюция» төшенчәсе биологиянең барлык өлкәләренә тереклек һәм организмнарның функцияләре турында күзаллауларыбызны төп берләштерүче идея буларак үтеп керә.

Әле борын заманда ук тереклек ияләренең гаять күптөрлелеген дәлилләгән мәгълүматлар җыйганнар һәм алар турында тупланган белемнәрне системалаштырырга тырышып караганнар. Безнең эрага кадәр бик күп алдан Борынгы Греция философы *Аристотель*, үсемлек һәм хайваннарның 500 дән артык төренә тасвирлама биреп, аларны төркемнәргә аерган һәм иң гадидән башлап катлаулана бару тәртибендә билгеле бер системага салган.

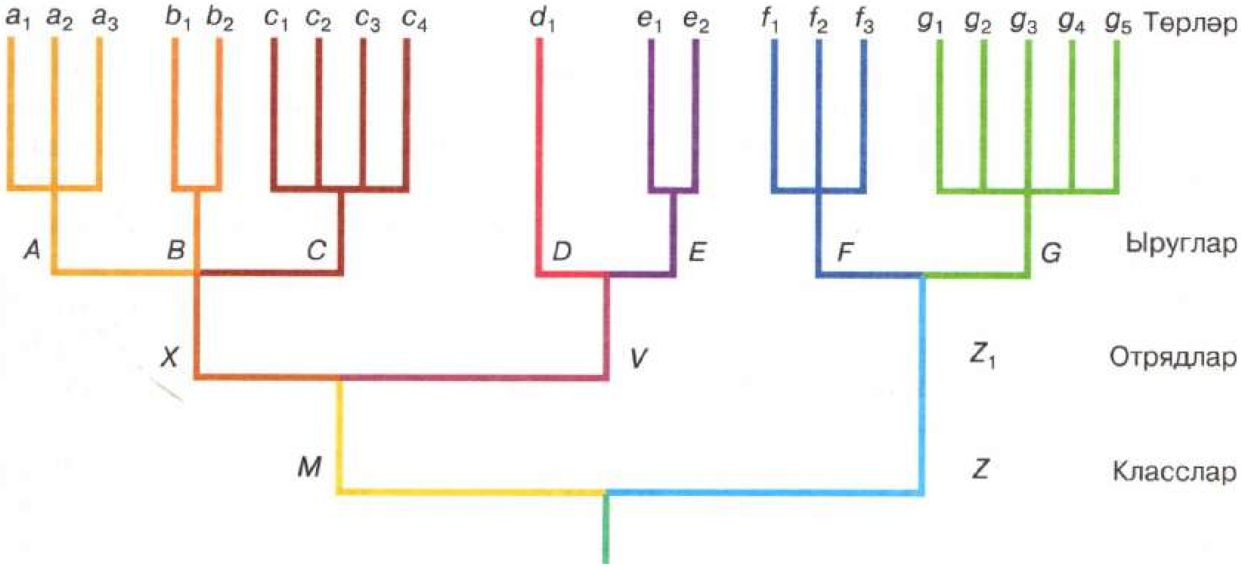
Биология белән кызыксыну Бөек географик ачышлар чорында тагын да үскән. Америка ачылу нәтиҗәсендә (1492), Европа-Азия континентының флора һәм фаунасы яңа төрләр белән тулыландырылган. Бәрәңге, көнбагыш, кукуруз, фасоль, чәй, томат, мамык үсемлеге, тәмәке — болар Америкадан кертелгән үсемлек төрләренең бик аз өлеше генә. Алар Иске дөнья илләренең күбесенең икътисади тормышында мөһим роль уйнаган.

Фәндә яңа төрләрне тасвирлау тукталмаган, тере организмнарны төркемнәргә аерырга омтылып караганнар, организмнарның төрле төркемнәре арасында ырудашлык дәрәҗәсе турындагы сорауларга җавап эзләгәннәр.

К. Линнейның органик табигать системасы. Табигать системасын булдыруга мөһим өлешне XVIII гасырда Швециянең атаклы табигать фәннәре белгече *Карл Линней* (1707—1778) кертә. Линней табигатьнең һәр патшалыгын (ул өч патшалыкка: Үсемлекләр, Хайваннар һәм Минералларга аера) тиңдәш төркемнәргә: классларга, отрядлар, ыруглар һәм төрләргә бүлә. Классификация берәмлеге итеп ул *төрне* — төзелешләре белән охшаш затлар җыелмасын кабул итә. Үрчү органнары төзелешен анализлау нигезендә, үсемлекләрне 24 класска һәм 116 отрядка бүлә. Отрядлар — ыругларны, ыруглар төрләрне үз эченә ала, төрләр үз чиратында кече төрләргә (төрчәләргә) аерыла. Хайваннар 6 класска (Имезүчеләр, Кошлар, Амфибияләр, Балыклар, Суалчаннар һәм Бөҗәкләргә) бүленә. К. Линней кешене имезүчеләр классына һәм приматлар отрядына кертә. Кешене хайваннар дөньясына кертеп, аны маймыллар белән бер отрядка урнаштыру Линнейдан зур гражданлык кыюлыгын сорый, чөнки моның белән ул кешене терек табигатьнең аерымланган үзәк объекты буларак күзаллауны инкарь итә.

Линней систематик категорияләрнең буйсынучанлык принцибын гамәлгә кертә (70 нче рәсем), ул янәшә категорияләр охшашлыклары белән генә түгел, ә бәлки ырудашлыклары белән дә бәйләнгән (категорияләр бер-берсеннән никадәр ерак урнашсалар, аларның ырудашлыгы шулкадәр азрак) дип исәпли.

Ж. Б. Ламаркның эволюцион теориясе. Беренче эволюцион теорияне Франциянең атаклы табигать фәннәре белгече *Жан Батист Ламарк* (1744—1829) дөньяга чыгара. Үз хезмәтләре белән ул биологиягә («биология» терминын кертүче дә үзе) гаять зур өлеш кертә. Хайваннар систематикасы белән шөгыльләнеп, галим бер төргә кермәүче хайваннарның төзелешендә охшаш билгеләр булуына игътибар итә. Ламарк умырткасыз хайваннарны Линней системасындагы ике урынына (Бөҗәкләр һәм Суалчаннар) 10 класска бүлә. Алар арасында хәзергә кадәр таксономик рангта сакланган Кысласыманнар, Үрмәкүчсыманнар, Бөҗәкләр дә була.



70 нче рәсем. *К. Линней төзегән систематик категорияләрнең иерархиялеге (буйсыну тәртибе)*

Ламарк, табигать, «гадидән катлаулыракка таба барып, төрле тереклек ияләрен бер-бер артлы тудырган» дип фаразлаган хәлдә, хайваннарда охшашлык һәм аерымлык сәбәпләре турындагы сорауны беренче булып куя. Башкача әйткәндә, Ламарк *эволюцион идеягә* — органик дөньяның тарихи үсеше идеясенә килә.

Ламарк үзенең «Философия зоологии» дигән китабында төрләр үзгәрүчәнлегенә күп санлы дәлилләр китерә. Тере организмнарның төзелешендә үзгәрешләр һәм яңа төрләр барлыкка килү бик сирәк була һәм шуңа күрә сизелми, ди Ламарк. Яңа төрләр килеп чыгуда мөһим рольне ул әйләнә-тирә шартларының үзгәрә баруына бирә.

Ламарк әйтүенчә, хайваннар һәм үсемлекләрдә тышкы шартлар йогынтысында үзгәрешләр төрлечә була. Мәсәлән, үсемлекләр шартлар үзгәрүен тышкы тирәлек белән турыдан-туры матдәләр алмашу аша кабул итә. Әгәр нинди дә булса уйсулыкта үскән болын үсемлегенең орлыгы очраклы гына ташлы коры калкулыкка эләксә, аннан үсеп чыккан яшь үсемлек, бу шартларга җайлашып, яңа төрчә барлыкка китерә. Суда үскән казаякның су асты яфраклары тар, йонтәс өлешләргә телгәләнгән, ә су өстенә чыгып үскән яфраклары киң һәм түгәрәкләре гади калаксыман өлешләргә бүлгәләнгән. Казаякның дымлы туфракта үсүче ырудаш төрендә яфраклар тар өлешләргә бүлгәләнми. Ламарк, казаякның беренче төр орлыклары, суга төшмичә, дымлы туфракка эләксә, алардан икенче төр үсемлекләре үсә дип исәпли. Ләкин чынлыкта ул алай булмый.

Ламарк хайваннар өчен түбәндәге эзлеклелектә барган үзгәрешләрнең катлаулырак механизмын тәкъдим итә:

тышкы шартларның теләсә нинди сизелерлек үзгәрүе хайваннарның ихтыяҗына үзгәреш кертә;

бу нәрсә хайваннарның үзләрен башкача тотуларына һәм үзгә «гадәтләре» килеп чыгуга китерә;

нәтиҗәдә хайваннар элек үзләре аз файдаланган органнарын ешрак эшләтә башлый; бу органнар шактый ныгый һәм зурая, ә инде яңа органнар таләп ителсә, алар ихтыяжлар йогынтысында «эчке тоемлау тырышлыгы» белән барлыкка килә.

Шулай булгач, *эволюциянең төп факторы итеп Ламарк тереклекнең турыдан-туры йогынтысын саный.* Органнарны «күнектерү» һәм «күнектермәү»гә ул зур игътибар бирә: күнектерү органнарның көчәюенә китерә һәм моның нәтиҗәләре яңа токымга күчә дип исәпли. Ламарк, хайванның омтылышы, теләге тәннең кайсы өлешенә юнәлдерелсә, аның шул өлешенә кан һәм «башка флюидлар» күбрәк килә башлый һәм бу көчлерәк үсүгә китерә, аннары ул нәселдәнлек билгесе булып токымга күчә дип фаразлый.

Эволюцион тәгълимат тудыру максатында ясалган беренче эзлекле һәм ныклы адым буларак, Ламарк теориясе үз чоры өчен прогрессив була. Әмма төрләрнең үзгәрүчәнлеге сәбәпләрен аңлату буенча Ламарк китергән дәлилләр ышандырырлык булмый. Аның теориясендәге төп положениеләр фәнни фактлардан чыгып дәлилләнми, ә бәлки коры фикерләүгә генә нигезләнгән була. Ламарк уйлаганча, барча тереклеккә хас һәм эволюциянең *хәрәкәтләндерүче көче* булган *«организмнарның прогресска омтылуы»* каян килеп чыгуын һәм ни өчен организмнарның тышкы йогынтыларга яраклы җавап бирү үзлеген нәселдәнлек билгесе итеп санау кирәклеген ул ачык аңлатып бирми.

Палеонтология, анатомия һәм эмбриология фәннәренең үсеше. XIX гасырның беренче яртысында биологиянең яңа өлкәләрендә — чагыштырма анатомия, палеонтология һәм эмбриологиядә — шактый уңышларга ирешелә. Танылган француз галиме *Жорж Кювье* (1769—1832), умырткалы хайваннарның органнары төзелешен өйрәнеп, барлык органнар бербөтен системаның бер өлеше булып торуын ачыклый. Һәр органның төзелеше закончалы рәвештә башкаларының төзелеше белән яраша, һәм тәннең бер генә өлеше дә аның башка өлешләре тәңгәл килеп үзгәрмәгән хәлдә үзгәрә алмый. Моннан бер өлешнең төзелешендә бербөтен организм төзелеше принципларының чагылышын табып була дигән нәтиҗә ясала. Мәсәлән, әгәр хайванда тояк булса, аның бөтен төзелеше үлән белән туклану рәвешен чагылдыра: теш төзелеше тупас үсемлек азык чәйнәүне тәэмин итә,

ашказаны күп бүлекле, эчәкләрнең озын булуы h.б. Кювье хайваннарны дүрт тармакка (типка) бүлә, аларның hәркайсына төзелешнең бердәм планы хас. Төзелешнең бердәм планына hәм хәтта казылмаларда табылган формаларның сакланып калган фрагментларына нигезләнеп, борынгы хайваннарның тышкы кыяфәтләрен торгыза ул.

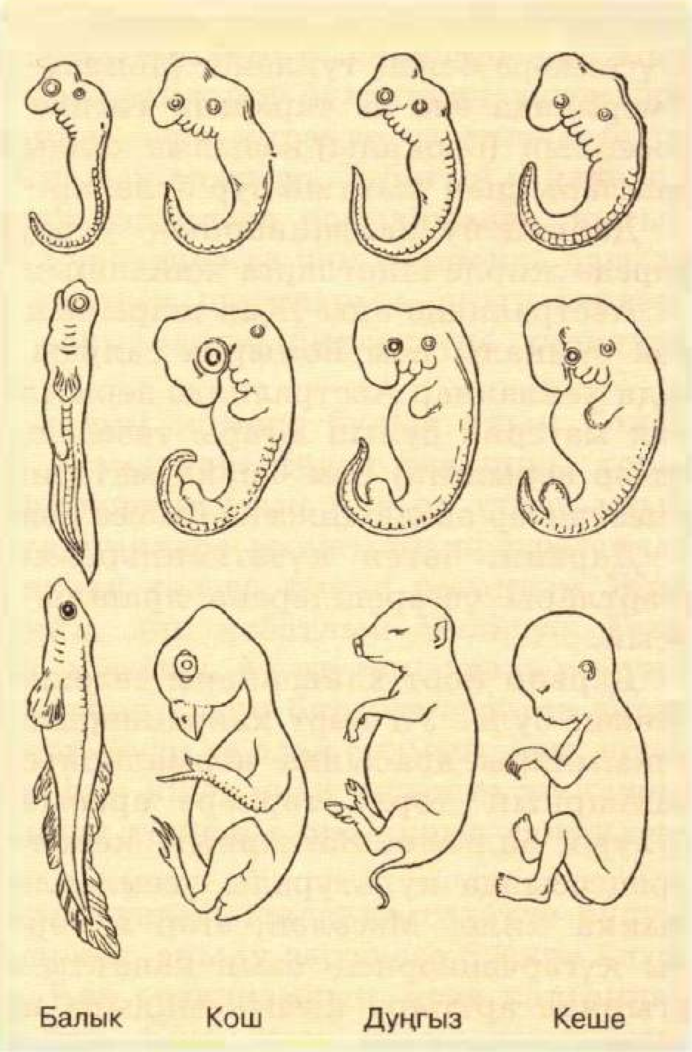
Казылмаларда табылган организмнарны өйрәнү Кювьены борынгы хайваннар hәм үсемлекләрнең үлеп бетүе геологик характердагы зур hәлакәтләр нәтиҗәсе булырга мөмкин hәм бушап калган җирләргә күрше өлкәләрдән кергән хайван hәм үсемлек төрләре таралуы ихтимал дигән фикергә этәрә.

Шул ук вакытта яңа эмбриологик мәгълүматлар табыла. Россия галиме *Карл Бэр* (1792—1876), умырткалыларның төрле классларына кергән хайваннарның яралгы стадиясендәге охшашлык күренешенә яңача карап, эмбрион үсеше барышында тукымалар hәм органнар барлыкка килү процессын беренче булып тасвирлый. Бэр тәгъбир иткән *яралгылар охшашлыгы законында* болай диелә: «Эмбрионнар бик иртә стадияләреннән үк бер тип эчендәге гомуми охшашлыкны күрсәтә башлыйлар». Төрле систематик төркемнәрнең яралгыларындагы охшашлык аларның килеп чыгуларындагы уртаклыкны күрсәтә. Бэр законы үзендә Кювьеның «тип» турындагы тәгълиматы белән эмбриологик мәгълүматларны берләштерә. Бэр hәр төркем хайваннарның гомуми үзлекләре яралгыда аның үзенекеннән иртәрәк барлыкка килүен ачыклый. Әйтик, тавык яралгысы үсешендә башта умырткалылар үзлекләре, аннары кошлар классыныкы hәм шуннан соң гына әлеге конкрет төр — тавык үзлекләре күренә. Бу вакытта югары төзелешле хайван яралгысы беркайчан да башка хайван формасына охшамый, ә бәлки аның яралгысына гына охшый (71 нче рәсем).

Органик дөньяның үсеш тарихын аңлау өчен, Җирнең геологик үткәнен өйрәнү нәтиҗәләре зур әhәмияткә ия була. XIX гасырда инглиз галиме *Чарлз Лайель* (1797—1876) Җирнең геологик тарихын ачыклауга hәм даталарын күрсәтүгә ирешә. Ул таулар ясалу, вулкан ату, бозлану, агымнар, яңгыр, җил, су күтәрелеше hәм чигенеше кебек факторлар — барысы да җир өслегенең хәзерге hәм үткәндәге үзгәрешләрен, димәк, органик дөнья составындагы үзгәрешләрне дә аңлата алуын күрсәтә. Җирнең эволюциясен хәрәкәтләндерүче факторлар турында Лайель тәкъдим иткән аңлатулар күп биологлар, шул исәптән Ч. Дарвин тарафыннан кабул ителә, чөнки алар органик дөнья эволюциясенең фәнни теориясен тудыру өчен нигез була.

Чарлз Дарвин hәм аның теориясенең төп положениеләре. *Ч. Дарвин* (1809—1882) — бөек инглиз биологы — биологик төрләр эволюциясенең хәзерге теориясенә нигез салучы.

Ч. Дарвин балачактан ук коллекцияләр җыю, химик тәҗрибәләр кую, хайваннарны күзәтү белән кызыксына. Студент чакта ул фәнни әдәбият өйрәнә, кырда тикшеренүләр үткәрү методикасын үзләштерә. Ч. Дарвин, 22 яшендә Кембридж университетын тәмамлагач та, натуралист сыйфатында «Бигль» корабына 5 еллык сәяхәткә чакырыла. Ул 50 яшендә 30 еллык тикшеренүләрдән һәм күзәтүләрдән соң 1859 елда бөтен кешелек тарихында иң яхшы һәм җитди китапларның берсе булып саналган «Происхождение видов» дигән китабын бастырып чыгара. Аның тулы исеме — «О происхождении видов путём естественного отбора или Сохранении благоприпятствуемых пород в борьбе за жизнь» («On the origin of species by means of natural selection or The preservation of favoured races in the struggle for life»). Китап шаккатыра. Аның идеяләре фәнне үстерүдә күренекле урын алып тора.



71 нче рәсем. *Умырткалылар эмбрионнарының башлангыч үсеш стадияләрендәге охшашлык*

Дарвин Тәңренең булуына, Җирдә барган бөтен хәл өчен аның җаваплылыгына шик белдерми. Бары тик Алланың табигать законнары аша үзен белгертүенә һәм ул законнарны өйрәнергә һәм танып белергә мөмкин булуына ышана.

Дарвин, Галапагос архипелагының чагыштырмача яшь вулкан утрауларына берничә тапкыр барып, Көньяк Америка континентыннан кергән тере организмнарга игътибар итә; утрау үсемлекләре һәм хайваннарының континентта яшәгән шул ук төрләреннән аерылып торуларын күрә. Биредә ул гигант ташбакаларны һәм сәер кыяфәтле игуананы очрата. Игуана — материкның корылыклы районнарында

яшәүче гадәти коры җир кәлтәсе. Утрауда бу тереклек иясе диңгез суүсемнәре белән туклана. Моннан тыш, Дарвин Үзәк һәм Көньяк Америкада әле дә таралган гигант ленивец (иренчәк) һәм броненосецның (бронялы) казылма калдыкларын таба, әмма алар үз ырудашларыннан шактый зур булалар.

Дарвин бу хайваннарның утрауга материктан керүләрен һәм биредә җирле шартларга җайлашып үзгәрүләрен чамалый.

Австралиядә аны Җир шарының башка урыннарында үлеп беткән сумкалы һәм йомырка салучы хайваннар кызыксындыра. Бу гади хайваннар Австралиядә аерымланып калганнар (чөнки Австралия материк булып югары төзелешле имезүчеләр килеп чыкканга кадәр аерылган) һәм башка материкларда үз тәртибе белән барган имезүчеләр эволюциясенә бәйсез рәвештә үсеш алганнар.

Дарвин, бөтен күзәткәннәреннән чыгып, организмнар яшәү шартлары үзгәрешләренә ярашлы рәвештә үзгәрә дигән нәтиҗә ясый.

Дарвин йорт хайваннары селекциясе принциплары белән яхшы таныш була. Ул йорт хайваннарының бер үк төренә кергән төрле токымнары арасында аермаларның кайчак хәтта кыргый хайваннарның төрле төрләре арасындагы аермалардан да күбрәк булуын билгели. Затларның кешегә кирәкле билгеләләрен сайлау процессында культуралы үсемлекләр һәм яңа төр хайваннар барлыкка килә. Мәсәлән, әгәр күгәрченнәр үрчетүче селекционерны күгәрченнәрнең озын канатлы затларын саклап калу һәм сан ягыннан арттыру кызыксындыра икән, ул шул затларны сайлый, аларның исән калуы һәм үрчүе өчен кирәкле шартларны тудыра. Кеше тарафыннан үткәрелә торган сайланыш ***ясалма сайланыш*** дип атала. Андый сайланыш мөмкинлеге үзе ***нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге*** (Дарвин әйткәнчә, *билгесез үзгәрүчәнлек*), ягъни аерым организмнарның нәселдән килгән билгеләреннән тайпылуы белән билгеләнә.

Кеше күп еллар дәвамында үзен кызыксындырган һәм буыннанбуынга күчә алган билгеләргә ия затларны нәселгә сайлап калдыра килә, башка затларны үрчем бирүдән читләштерә. Нәтиҗәдә билгеләре һәм үзлекләре кеше мәнфәгатьләренә һәм ихтыяҗларына туры килгән яңа токымнар һәм сортлар китереп чыгарыла. *Нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге һәм кеше тарафыннан башкарылган сайлап алу токымнар һәм сортлар эволюциясенең хәрәкәтләндерүче көчләре булып тора.*

Ләкин кешегә файдалы кебек күренгән үзлекләр кыргый табигатьтә барган яшәү өчен көрәштә файдасыз һәм хәтта зарарлы булып чыгарга мөмкин. Табигатьтә башка төр — ***табигый сайланыш***

бара. Аның таләпләре бер генә нәрсәгә — исән калу сәләтенә генә кайтып кала. Әгәр организм салкын климат шартларында яши икән, аның үз җылысын яхшырак сакларга булышкан үзлекләре файдалы, яки җайлашу (адаптация) өчен кирәкле үзлекләре була, чөнки алар аның исән калу ихтималын арттыра. Табигый сайланыш нәтиҗәсендә нәкъ менә җайлашу үзлекләре популяциядә, ныгый барып, организмнарның тышкы күренешендә һәм гадәтендә чагыла башлый. Шулай итеп, тышкы тирәлек шартлары — якын төрләрнең популяцияләре арасында аермаларны билгеләүче хәлиткеч фактор.

Дарвин теориясен үстерүдә мөһим момент булып аның *Томас Роберт Мальтус* (1766—1834) хезмәтләре белән танышуы тора, аның китабын Дарвин экспедициядән кайтып ике ел үткәч укып чыга. Үсемлек һәм хайван популяцияләре геометрик прогрессиядә үрчергә омтыла һәм теоретик яктан теләсә нинди организм Җир йөзен бик тиз тутырырга мөмкин, дип исбатлый Мальтус. Гади генә исәпләүләр бер бактериянең, мәсәлән, өч тәүлек эчендә гомуми массасы меңләгән тонна тәшкил иткән үрчем бирергә сәләтле диган нәтиҗәгә китерә. Чынлыкта бу беркайчан да алай булмый, һәм, яшәү ресурсларының чикләнгән булуы һәм яшәү өчен көрәштә җиңүчегә генә эләгүе аркасында, сан ягыннан төрнең азмы-күпме даимилеге үзгәрешсез кала.

Шул рәвешле, организмнарның үзгәрүчәнлеккә сәләтле булуы билгеләр спектры һәм бу билгеләрнең ачылу дәрәҗәсе буенча аларның күптөрлелеген тәэмин итә. Һәр организмның исән калганнан күбрәк үрчем бирү мөмкинлеге бар. *Яшәү өчен көрәш* нәтиҗәсендә *табигый сайланыш* бара, яки, Дарвин сүзләре белән әйткәндә, «уңайлы индивидуаль аерымлыклар саклана һәм зарарлылары юкка чыга». Бу шартларда физик яктан, үзләрен тотышлары буенча яки башка файдалы үзлекләргә ия затларның башкалар белән чагыштырганда яшәргә ышанычы зуррак. Файдалы үзлекләрнең булуы организмнарга яшәү өчен көрәштә җиңеп чыгу мөмкинлеген бирә. Исән калып, алар шушы алдынгы үзлекләрне нәселгә күчерүдә өстенлек ала. Организмның яшәү шартлары өчен файдалы әлеге үзлекләрен табигый сайланыш ныгыта, бу ахыргы исәптә аларның тышкы күренешләрендә, гадәтләрендә чагыла. Табигый сайланыш нәтиҗәсендә файдалы үзлекләр популяциядә туплана бара, һәм бу аны акрынлап үзгәртә. Тышкы тирәлек шартлары бер үк төр яки якын төрләр тереклек иткән аерым урыннарда охшаш булмаска мөмкин, шуңа күрә табигый сайланыш шундый урыннарда таралган популяцияләр һәм төрләр арасында аерымлыклар китереп чыгара.

Дарвинның казанышы шуннан гыйбарәт: ул төрне эволюция процессының иң мөһим этабы булуын күрсәтә, организмнарның, өстен көчләр катнашыннан башка, табигать законнары йогынтысында үзгәрүен аңлата, хәрәкәтләндерүче көчләрне ачып бирә һәм биологик эволюциянең барышы сәбәпләрен ачыклый.

Эволюция механизмнарын аңлатуга нигез итеп Ч. Дарвин өч төп факторны ала: организмнарның үзгәрүчәнлеген, яшәү өчен көрәш һәм табигый сайланышны, болар арасында табигый сайланыш юнәлеш бирүче, хәрәкәтләндерүче көч булып тора.

Дарвин теориясе положениеләрен, гадиләштереп, түбәндәгечә әйтергә мөмкин:

1. Организмнар үзгәрүчән. Бер төргә кергән затларны тулысынча бердәй иткән үзлекне яки билгене табу авыр.

2. Организмнар арасындагы аерымлыклар, өлешчә генә булса да, буыннан-буынга күчә.

3. Теоретик яктан караганда, уңайлы шартларда теләсә нинди организмнар геометрик прогрессиядә үрчи һәм Җир йөзен тутыра ала, ләкин бу хәл булмый, чөнки яшәү ресурслары чикләнгән, ул яшәү өчен көрәшкә китерә, һәм анда барысы да исән калмый.

4. Яшәү өчен көрәш табигый сайланышка китерә — әлеге шартларга яраклы үзлекләргә ия затлар исән калалар һәм бу үзлекләрне токымнарына күчерәләр. Димәк, шул үзлекләр киләсе буыннарда ныгый бара.

Индивидуаль нәселдәнлек тайпылышлары (нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге), яшәү өчен көрәш һәм табигый сайланыш күп буыннар дәвамында организмнарның конкрет тереклек шартларына җайлаша баруларын тәэмин итә. Бу процесслар шулай ук төрләрнең күплеген һәм Җир йөзендә таралган организмнарның төзелеш дәрәҗәләре гомуми күтәрелүен билгели.

Күп кенә дин башлыклары Дарвин теориясен тәнкыйтьләсәләр дә, акыл идеяләре, *шулкадәр нигезле һәм дәлилле булганлыктан*, байтак галимнәр тарафыннан әле хәзер дә кабул ителә. Ч. Дарвин тәгълиматы планетабыздагы тереклекнең барлык төзелеш дәрәҗәләре буйсынган законнар турындагы тулы булмаган белемнәрне гармониягә китерергә мөмкинлек бирә. Үткән гасырда, нәселдәнлекнең хромосомалар теориясе тәгъбир ителүе, молекулярр-генетик тикшеренүләрнең киңәюе, систематика, экология, эмбриология, палеонтология һәм биологиянең башка күп кенә өлкәләре алга китүе аркасында, Дарвинның эволюцион тәгълиматы тагын да үстерелә һәм конкретлаштырыла.

Эволюция. Нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге. Табигый сайланыш. Ясалма сайланыш. Яшәү өчен көрәш.

1. Ж.Б.Ламарк үсемлекләрдә һәм хайваннарда эволюция барышын ничек аңлата?
2. Линнейның табигать системасында классификация берәмлеге итеп нәрсә кабул ителгән?
3. Ч.Дарвин тәгълиматының төп положениеләре нәрсәдән гыйбарәт?
4. Нинди фактлар яшәү өчен көрәш турында сөйләргә мөмкинлек бирә? Бу көрәш табигатьтә ничек чагыла?

Әйләнә-тирәгездәге хайваннарны һәм үсемлекләрне күзәтегез. Аларның аерымлыкларын билгеләгез, әлеге аерымлыклар исемлеген төзегез.

§ 53 Төр, аның критерийлары

1. Нәрсә ул төр?
2. Сезгә үсемлекләр һәм хайваннарның нинди төрләре билгеле?

Төр. Биологиянең алга китүе, тереклек яшәгән шартларның чиксез күптөрле булуы белән чагыштырганда, организм формаларының төрлелеге чикле булуын аңларга мөмкинлек бирә; ул, ничектер, «төеннәр»гә — биологик төрләргә җыйналган.

Биологик төр ул — кушылырга һәм үрчемле токым бирергә сәләтле, билгеле бер ареалга таралган, биотик һәм абиотик тирәлек белән үзара мөнәсәбәтләрдә охшашлыкка һәм күп кенә уртак морфологик, физиологик билгеләргә ия булган затлар җыелмасы.

Биологик төр систематик категория генә түгел. Бу — терек табигатьнең бербөтен һәм шул ук вакытта башка төрләрдән аерымланган элементы. Төрнең бербөтенлеге түбәндәгеләрдә чагыла: аның затлары, эволюция процессында организмнарда барлыкка килгән үзара җайлашулар (ана организмы белән эмбрион төзелешендәге ярашканлык үзенчәлекләре, хайваннарда сигнал һәм кабул итү системалары, бер территориядә яшәү, тереклек итү барышында булдырылган гадәтләре, климатның сезонлы үзгәрешләренә һ.б.га реакцияләре охшашлыгы) аркасында, бер-берсе белән бәйләнештә генә яши һәм

үрчи ала. Төр җайлашулары, кайчак аерым затлар өчен зыянлы булсалар да, төрнең саклануына булышлык итә. Елга алабугасы, мәсәлән, үзенең маймычлары белән туклана, үрчемнең берникадәр өлешен югалтуга карамастан, төр азык кытлыгына дучар ителгәндә исән кала. Һәрбер төр табигатьтә тарихи барлыкка килгән бербөтен организм булып яши.

Төрнең аерымланган булуы, үрчегәндә, башка төрләр белән кушылуына комачаулаучы репродуктив изоляция (59 нчы параграфны карагыз) ярдәмендә саклана. Изоляция җенес органнары төзелешендәге аерымлыклар, ареалларның аерым булулары, үрчү сроклары һәм урыннары туры килмәү, үз-үзләрен тотышларындагы аерымлыклар, экологик бүленү һәм сез алдагы бүлекләрдә танышачак башка механизмнар белән тәэмин ителә. Төрләрнең аерымланган булуы арадаш формалар барлыкка килүгә тоткарлык ясый. Иенке каен, мәсәлән, кәрлә каен үскән мүкле сазлыкларда үсми. Изоляция аркасында төрләр бер-берсе белән кушылмый.

Төр критерийлары. Бер төрне икенче төрдән аерып торган билгеләр һәм үзлекләр ***төр критерийлары*** дип атала.

Морфологик критерий ул — организмнарның тышкы һәм эчке төзелешендәге охшашлык. Карл Линней, мәсәлән, төрләр ул төзелешләрендәге билгеләр буенча башка формалардан аерылып торган организмнарның бербөтен төркеме дип аныклый. Икенче төрле әйткәндә, бер төркемдәге организмнарның төзелешендә аларны бер-берсе белән охшаш иткән һәм шул ук вакытта башка төркемнәрдән аерып торган билгеләрнең булуы нәкъ менә шушы төр критерийлары исәбенә керә.

Бер төр эчендәге затлар кайчак шулкадәр үзгәрүчән була ки, морфологик критерийлар буенча гына һәр очракта төрне белеп тә булмый. Морфологик охшаш төрләр бар. Бу — барлык систематик группаларда ачылган игезәк төрләр. Мәсәлән, кара күселәрнең ике игезәк төре бар: аларда 38 һәм 49 хромосома; бизгәк озынборынында — 6 игезәк төр, төче суларда киң таралган кечкенә балык щиповканың шундый 3 төре бар. Игезәк төрләр күптөрле организмнар: балыклар, бөҗәкләр, имезүчеләр, үсемлекләр арасында очрый, ләкин андый игезәк төр затлары бер-берсе белән кушылмый (72 нче рәсем).

Генетик критерий — һәр төрнең үзенә генә хас хромосомалар җыелмасы; төгәл билгеле бер санда, зурлыкта һәм формада, ДНК составы бертөрле. Хромосомалар җыелмасы — төрнең төп билгесе. Төрле төр затларының хромосомалар җыелмасы аерыла, һәм алар кушыла алмый, табигый шартларда үрчү чикләнгән.

72 нче рәсем. *Игезәк төрләр: щиповканың тетраплоидлы (сулда) һәм диплоидлы (уңда) төрләре*

Физиологик критерий — организмның тышкы йогынтыларга, үсү һәм үрчү ритмнарына реакцияләре охшашлыгы. Бу критерий нигезендә тереклек эшчәнлегенең барлык процессларындагы, барыннан да бигрәк үрчүдәге, охшашлык ята. Кагыйдә буларак, төрле төр вәкилләре кушылмый яки аларның токымы үрчемсез була. Әмма искәрмәләр дә очрый. Мәсәлән, этләр, бүреләр белән кушылып, үрчем бирә ала. Кошларның (кенәри, кызылтүш) кайбер төрләренең гибридлары, шулай ук үсемлекләр (тирәк, тал) үрчем бирергә мөмкин. Димәк, затларның нинди төргә керүен билгеләү өчен, физиологик критерий гына да җитеп бетми.

Экологик критерий — төрнең табигый бергәлекләрдә торкан урыны, аның башка төрләр белән бәйләнеше, тышкы тирәлекнең яшәү өчен кирәкле факторлары җыелмасы.

Географик критерий — табигатьтә төрнең таралу өлкәсе, билгеле бер ареалы.

Тарихи критерий — ерак бабалар уртаклыгы, төрнең килеп чыгышы һәм үсешенең бердәм тарихы.

Төр критерийлары үзара бәйләнгән һәм төрнең сыйфат үзенчәлекләрен билгели. Ләкин аларның берсе генә дә абсолют була алмый. Мәсәлән, ике аерым төр анатомик төзелешләре буенча аерылып тормаска һәм бертөрле хромосомалар җыелмасына ия булырга мөмкин. Ләкин алар, үз-үзләрен тотышлары белән аерылсалар, үзара кушылмыйлар һәм, димәк, бер-берсеннән аерымланалар. Санап үтелгән критерийлар, барысы бергә булганда гына, организмның теге яки бу төргә керүен ачыкларга мөмкинлек бирә.

Төрләр тере материянең билгеле бер төзелеш дәрәҗәсен — төр дәрәҗәсен чагылдыра.

Биологик төр. Төр критерийлары: морфологик, генетик, физиологик, экологик, географик, тарихи.

1. Биологик төргә билгеләмә бирегез.
2. Сезгә төрнең нинди критерийлары билгеле?
3. Нәрсә ул төрнең бербөтенлеге, ул ничек чагыла?
4. Ни өчен табигатьтә төрләрнең саклануы мөһим?

Үзегез белгән үсемлек һәм хайван төрләренең исемлеген төзегез. Сезгә билгеле төрләрне а) морфологик; б) экологик охшашлыклары буенча төркемләргә тырышыгыз.

§ 54 Популяцияләр

1. Ни өчен сезгә билгеле күпчелек төрләрнең организмнары табигатьтә төркемләшеп яшиләр?
2. Ни өчен бер генә төре булган организмнар (мәсәлән, казаяк, кычыткан, кыяк үлән ише үсемлекләр) һәр җирдә очрамый, ә билгеле бер тирәлектә генә үсә? Ул нинди тирәлек?

Чынбарлыкта төр, бер-берсенә охшаш һәм үзара кушыла алган затларның гади җыелмасы булудан бигрәк, шактый катлаулы бербөтен булып яшәүче төркемнән гыйбарәт. Ул затларның тагын да вак табигый төркемнәренә — бу төр биләгән ареалның чагыштырмача кечерәк участокларына таралган *популяцияләргә* аерыла.

Популяция — төр ареалы эчендә билгеле бер территорияне биләп торган, үзара иркле кушыла алган һәм башка популяция-

ләрдән өлешчә яки тулысынча аерымланган бер төрне тәшкил итүче организмнар төркеме.

Төрләрнең популяция формасында яшәүләре тышкы шартларның бертөрле булмавы белән аңлатыла.

Организмнарның үрчү һәм үсү шартлары гел бертөрле генә булмау нәтиҗәсендә, популяцияләр, сан ягыннан елдан-ел үзгәреп торсалар да, вакыт эчендә һәм пространствода тотрыклылыкларын саклыйлар. Популяцияләр эчендә охшаш гадәтле яки ырудаш затларны (мәсәлән, балык яки чыпчык төркемнәре, арысланнар) берләштерән тагын да ваграк төркемнәр була. Әмма андый төркемнәр тышкы факторлар йогынтысында таркалырга яки башкалар белән катнашырга мөмкин. Алар үзләрен мөстәкыйль сакларга сәләтле булмый.

Популяцияләрдә организмнарның үзара мөнәсәбәтләре. Популяцияне тәшкил итүче организмнар бер-берсе белән төрле мөнәсәбәтләр аша бәйләнештә яши. Алар ресурсларның теге яки бу төрләре өчен көрәшә, бер-берсен ашый яки, киресенчә, ерткычтан бергәләшеп саклана. Популяцияләрдә эчке мөнәсәбәтләр бик катлаулы һәм каршылыклы. Тереклек шартлары үзгәрешләренә аерым затларның реакциясе белән популяцияләрнеке еш кына тәңгәл килми. Кайбер көчсез организмнарның үлеме (мәсәлән, ерткычлар тырнагыннан) популяциянең сыйфат составын (шул исәптән популяциядә тупланган нәселдәнлек материалы сыйфатын) яхшыртырга, тирәлекнең үзгәреп торган шартларында исән калу сәләтен арттырырга мөмкин.

Җенси юл белән үрчүче организмнарның һәр популяциясе эчендә генетик материал даими алмашынып тора; төрле популяция затлары шактый сирәк кушыла, шуңа күрә төрле популяцияләр арасында генетик алмашу чикләнгән. Нәтиҗәдә һәр популяция үзенә генә хас геннар җыелмасы (генофонды — түбәндәге текстны карагыз) һәм төрле аллельләрнең очрау ешлыклары нисбәте шул популяция өчен генә үзенчәлекле булуы белән характерлана. Моның тәэсирендә аерым популяцияләрдә аларны бер-берсеннән аерып торган үзлекләр килеп чыгарга мөмкин. Шулай итеп, популяцияләр формасында тереклек итү төрнең эчке күптөрлелеген, аның җирле яшәү шартларына тотрыклылыгын арттыра, аңа үзе өчен яңа шартларда ныгып калырга булышлык итә. Төр эчендә барган эволюцион үзгәрешләрнең юнәлеше һәм тизлеге күбесенчә популяция үзлекләренә бәйле. Яңа төрләр барлыкка килү процессы аерым популяцияләр үзгәрешләреннән башлангыч ала.

Популяция.

1. Нәрсә ул популяция?
2. Ни өчен биологик төрләр популяцияләр булып яшиләр?
3. Төрнең тотрыклы яшәвенә популяцияләрнең нинди үзлекләре булышлык итә?

§ 55 Популяцияләрнең генетик составы

1. Нәрсә ул табигый сайланыш?
2. Нәрсә ул генотип?

Популяцион генетика. Дарвин чорында әле генетика фәне булмый. Ул XX гасыр башында гына үсә башлый. Нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең сәбәпчесе геннар булуы беленә. Генетика күзаллаулары Ч. Дарвинның табигый сайланыш теориясенә өстәмә тирән аңлатмалар кертә. Генетика һәм классик дарвинизмның бергә кушылуы тикшеренүләрнең аерым бер юнәлеше — популяцион генетика тууына китерә; ул популяцияләрнең генетик составы үзгәрү, организмнарның яңа үзлекләре барлыкка килү һәм табигый сайланыш йогынтысында аларның ныгу процессларын яңа позициядән чыгып аңлату мөмкинлеген бирә.

Генофонд. Һәр популяция билгеле бер ***генофонд,*** ягъни аерым затлар генотипларыннан торган генетик материалның җыелма микъдары белән характерлана.

Эволюция процессының мөһим алшартлары булып нәселдәнлек аппаратының элементар үзгәрешләре — ***мутацияләр*** килеп чыгу, аларның таралуы һәм организмнар популяцияләренең генофондларында ныгып калуы тора. Популяцияләр генофондларының төрле факторлар йогынтысында юнәлешле үзгәрүе элементар эволюцион үзгәрешләр булып исәпләнә.

Билгеләп үтелгәнчә, төр ареалының төрле өлешләрендә табигый популяцияләр, гадәттә, азмы-күпме аерыла. Һәр популяция эчендә затлар ирекле кушыла. Нәтиҗәдә һәр популяция үз генофонды булу белән характерлана һәм төрле аллельләр нисбәте фәкать әлеге популяциягә генә хас.

Мутация процессы — нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең даими чыганагы. Берничә миллион заттан торган популяциянең һәр буынын-

да бу популяция йөрткән геннарның һәрберсендә берничәшәр мутация килеп чыгарга мөмкин. Комбинатив үзгәрүчәнлек аркасында мутацияләр популяциядә тарала.

Табигый популяцияләр гаять күптөрле мутацияләр белән тулган. Моңа рус галиме *Сергей Сергеевич Четвериков* (1880—1959) игътибар итә; ул *генофонд үзгәрүчәнлегенең* шактый өлеше күренмәвен, чөнки килеп чыккан мутацияләрнең күпчелеге рецессив булуын һәм үзен тыштан белгертмәвен ачыклый. Организмнарның байтагы күп геннар буенча гетерозиготалы булганлыктан, рецессив мутацияләр, ничектер, «төр тарафыннан гетерозигота халәтендә йотыла». Моңа охшаш яшерен үзгәрүчәнлекне якын ырудаш затларны кушылдыру экспериментларында ачарга мөмкин. Мондый кушылдыруда гетерозиготадагы һәм шуңа күрә яшерен халәттәге кайбер рецессив аллельләрнең гомозигота халәтенә күчүе һәм ачылуы ихтимал. Табигый популяцияләрнең шактый гына генетик үзгәрүчәнлеге ясалма сайланыш барышында да ачыла. Ясалма сайланыш вакытында, популяциядән хуҗалык өчен нинди дә булса файдалы билгесе ачыграк күренеп торган затларны сайлап, аларны үзара кушылдыралар. Ясалма сайланыш барлык очракларда диярлек нәтиҗәле. Димәк, популяцияләрдә әлеге организмның һәр билгесе буенча генетик үзгәрүчәнлек була.

Ген мутацияләрен китереп чыгаручы көчләр очраклы рәвештә йогынты ясый. Үзе өчен сайланыш уңайлы булган тирәлектә мутант затның килеп чыгу ихтималы аның өчен һәлакәтле булган тирәлектәгедән дә артык түгел. С. С. Четвериков, бик сирәк очракларны исәпкә алмаганда, яңа килеп чыккан мутацияләрнең күпчелеге гомозигота халәтендә дә зарарлы булуын, гадәттә, затларның яшәү сәләтен киметүен күрсәтә. Алар популяцияләрдә гетерозигота файдасына үткәрелгән сайланышта гына сакланалар. Ләкин кайбер шартларда зарарлы булып күренгән мутацияләр икенчеләрендә тереклек сәләтен арттыра ала. Әйтик, бөҗәкләрдә канатлары начар үсүгә яки бөтенләй үсмәүгә китергән мутацияләр, һичшиксез, гадәти шартларда зарарлы, һәм канатсыз бөҗәкләрне нормаль канатлылар тиз кысрыклый. Ләкин океан утрауларында һәм тау үткелләрендә, һәрвакыт җилле булганлыктан, андый бөҗәкләр канатлыларына караганда өстенрәк хәлдә була.

Теләсә нинди популяция, гадәттә, үзе яши торган тирәлеккә яхшы җайлаша, ләкин анда кинәт килеп чыккан үзгәрешләр бу җайлашуны киметә. Моны сәгать механизмы белән чагыштырырга мөмкин. Әгәр, сәгатьнең берәр пружинасын алып яки деталь өстәп, очраклы җитди үзгәрешләр китереп чыгарсак, аның эшенә өзеклек

килә. Популяцияләрдә шул урында яки вакытта аңа ниндидер файда китермәүче аллельләр запасы шактый була; алар популяциядә гетерозигота торышында тирәлек шартлары үзгәрү нәтиҗәсендә кинәт файдалы булып китүләренә кадәр саклана. Бу хәл булуга, сайланыш тәэсирендә аларның ешлыгы арта башлый, һәм, ниһаять, алар төп генетик материалга әверелә. Популяциянең яңа факторларга: климат үзгәрүенә, яңа ерткыч яки көндәше килеп чыгуга, хәтта кешеләр пычраткан тирәлеккә җайлашу (адаптация) сәләте нәкъ менә шуннан гыйбарәт.

Мондый адаптациягә мисал итеп инсектицидларга чыдам бөҗәк төрләренең эволюциясен китерергә мөмкин. Барлык очракларда да бернәрсә күзәтелә: корткыч бөҗәкләргә каршы нәтиҗәле көрәшү өчен, яңа инсектицидны (бөҗәкләргә тәэсир итүче агу) куллана гына башлаганда, ул бик аз микъдарда кирәк. Тора-бара, агу тәэсир итми башлаганчыга кадәр, аның концентрациясен арттырырга туры килә. Бөҗәкләрнең инсектицидларга чыдамлылыгы турында иң беренче хәбәр 1947 елда чыга һәм өй чебененә ДДТның тәэсир итмәве турында әйтелә. Тора-бара бер яки берничә инсектицидка кимендә 225 төр бөҗәк һәм башка буынтыгаяклыларның бирешмәве беленә. Инсектицидларга чыдамлылыкны тәэмин итәргә сәләтле геннар, күрәсең, бу төрләрнең һәр популяциясендә булгандыр; аларның йогынтысы нәтиҗәдә корткычларга каршы көрәштә кулланылучы агуларның тәэсирен киметә.

Шул рәвешле, мутация процессы, һәр популяциядә һәм тулаем төр генофондында нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге резервын формалаштырып, эволюцион үзгәрешләр өчен материал булдыра. Ул, популяцияләрнең генетик күптөрлелеген югары дәрәҗәдә саклаган хәлдә, табигый сайланыш һәм микроэволюция барышы өчен нигез сала.

Популяция генофонды.

1. Нәрсә ул популяциянең генофонды?
2. Ни өчен күпчелек мутацияләр тыштан беленми?
3. Популяциянең яңа шартларга җайлашу (адаптация) сәләте нәрсәдән гыйбарәт?
4. Рецессив аллельләрне нинди ысул белән ачыклап була?

§ 56 Популяцияләр генофондындагы үзгәрешләр

1. «Популяция генофонды» төшенчәсенең асылы нәрсәдә?
2. Генофондтагы үзгәрешләрнең чыганагы нәрсәдә?

Популяцияләр, табигый сайланыш контролендә торган специфик генофондка ия булган хәлдә, төрнең эволюцион үзгәрүендә мөһим урын тота. Төр үзгәрүенә китергән барлык процесслар төр популяцияләре дәрәҗәсендә башланалар һәм популяцион генофонд үзгәрешләренә юнәлеш бирүче булып торалар.

Популяцияләрдә генетик тигезләнеш. Популяциядә төрле аллельләрнең очрау ешлыгы мутацияләр ешлыгы, сайланыш басымы, ә кайчак затлар миграциясе нәтиҗәсендә башка популяцияләр белән нәселдәнлек информациясен алмашу аша да билгеләнә. Чагыштырмача даими шартларда һәм популяция ишле булган очракта, барлык әйтелгән процесслар чагыштырмача тигезләнеш хәленә китерәләр. Нәтиҗәдә, андый популяцияләрнең генофонды балансланып, ***генетик тигезләнеш*** урнаша, яки төрле аллельләрнең очрау ешлыгы даими була.

Генетик тигезләнеш бозылу сәбәпләре. Инсектицидлар тәэсире турында алдагы параграфта күрсәтелгән мисал табигый сайланыш йогынтысы *популяция генофондының юнәлешле үзгәрешләренә* — «файдалы» геннар ешлыгы артуына китерүен күрсәтә. Микроэволюцион үзгәрешләр күзәтелә. Ләкин генофонд үзгәрешләре *юнәлешсез*, очраклы характерда булырга да мөмкин. Алар ешрак табигый популяцияләрнең сан ягыннан үзгәреп торуына яки әлеге популяция организмнарының берникадәре яшәү тирәлегендә аерымлануга бәйле.

Генофондның юнәлешсез, очраклы үзгәрешләре төрле сәбәпләр аркасында булырга мөмкин. Моның бер сәбәбе — ***миграция***, ягъни бер өлеш популяциянең яңа яшәү тирәлегенә күчүе. Әгәр хайван һәм үсемлек популяцияләренең кечкенә өлеше яңа урынга күчсә, яңа ясалган популяция генофонды, һичшиксез, ата-аналары популяциясе генофондыннан кимрәк була. Очраклы сәбәпләр аркасында яңа популяциядә аллельләр ешлыгы ата-аналарыныкы белән тәңгәл килмәскә мөмкин. Әлегә кадәр сирәк очраган геннар яңа популяция затлары арасында тиз тарала (җенси үрчү сәбәпле). Ә элек киң таралган геннар, әгәр яңа төркемгә башлангыч бирүчеләрнең генотипларында булмасалар, биредә дә очрамыйлар.

Популяция табигый яки ясалма киртәләр белән тигезсез ике ***өлешкә аерылган*** очракларда да югарыда әйтелгәннәргә охшаш

үзгәрешләр күзәтелергә мөмкин. Мәсәлән, елгада дамба төзелде, һәм ул судагы балыкларның популяцияләрен икегә бүлде, ди. Аз санлы затлардан башлангыч алган кечкенә популяция составы буенча шул ук очраклы сәбәпләр аркасында элгәр генофондтан үзгә булырга мөмкин. Ул үзендә яңа популяциягә башлангыч биргән аз санлылар арасыннан очраклы эләккән генотипларны гына йөртәчәк. Элгәр популяциядән аерымлану нәтиҗәсендә барлыкка килгән яңа популяциядә сирәк аллельләр гадәти булып чыгарга мөмкин.

Табигатьтә төрле бәла-казалар (су басу, корылык һәм янгыннар) булу сәбәпле, аз санлы организмнар исән калган очракта, генофонд составы үзгәрергә мөмкин. Һәлакәткә дучар ителеп, очраклы гына исән калган затлардан торган популяциядә генофонд составы очраклы җыелган генотиплардан формалаша. Сан ягыннан кимүгә, аз санлы төркемнәр күпләп үрчи башлый. Бу төркемнең генетик составы үзе күч алган чордагы бөтен бер популяциянең генетик структурасын билгели. Ул чакта кайбер мутацияләрнең юкка чыгуы, ә икенчеләренең концентрациясе кинәт артуы ихтимал. Исән калганнарның геннар җыелмасы популяциядә һәлакәткә кадәр яшәгән затларныкыннан берникадәр аерылырга мөмкин.

Популяцияләрнең сан ягыннан кискен үзгәрешләре, ни сәбәптән булуына карамастан, аның генофондындагы аллельләр ешлыгын үзгәртә. Уңайсыз шартлар туганда һәм үлем-җитемнәр популяцияне сан ягыннан киметкәндә, кайбер геннарның, аеруча сирәкләренең югалуы ихтимал. Гомумән, популяциядә затлар саны никадәр азрак булса, сирәк геннарны югалту ихтималы артыграк, генофонд составына очраклы факторлар көчлерәк йогынты ясый. Сан ягыннан үзгәреп тору — барлык организмнарга диярлек хас үзлек. Бу тирбәлешләр бер-берсенә алмашка килгән популяцияләрдә геннар ешлыгын үзгәртә. Моңа кайбер бөҗәкләр мисал була ала, аларның бик азы гына кышны исән чыга. Шул азы яңа җәйге популяциягә башлангыч бирә, аның генофонды бер ел элек булган популяция генофондыннан еш кына аерыла.

Шулай итеп, очраклы факторлар йогынтысы кече популяциянең генофондын аның элгәр торышына караганда ярлыландыра һәм үзгәртә төшә. Бу күренеш ***геннар дрейфы*** дип атала. Геннар дрейфы нәтиҗәсендә үзенә бертөрле һәм күбесенчә очраклы генофондка ия яшәргә сәләтле популяция оешырга мөмкин, чөнки бу очракта алдынгы рольне сайланыш үтәми. Затлар саны арта барган саен, табигый сайланыш кабат башлана, ул яңа генофондның юнәлешле үзгәрешләренә китерә. Бу процесслар барысы бергә яңа төр барлыкка китерергә мөмкин.

Генофондның юнәлешле үзгәрешләре табигый сайланыш нәтиҗәсендә була. Табигый сайланыш кайбер геннарның ешлыгы акрынлап артуына (бу шартларда файдалы) һәм икенчеләренең кимүенә алып килә. Табигый сайланыш нәтиҗәсендә популяцияләр генофондында файдалы, ягъни әлеге тирәлек шартларында исән калырга булышучы геннар ныгый. Аларның өлеше арта бара, һәм генофондның гомуми составы үзгәрә. Табигый сайланыш йогынтысында килеп чыккан генофонд үзгәрешләре фенотиплар, организмнарның тышкы төзелеше, үз-үзләрен тотышлары һәм яшәү рәвешләре үзенчәлекләре үзгәрүенә дә, нәтиҗәдә тышкы тирәлекнең әлеге шартларына популяциянең яхшырак җайлашуына да китерергә тиеш.

Генетик тигезләнеш. Генофонд составының очраклы үзгәрешләре. Геннар дрейфы. Генофондның юнәлешле үзгәрешләре.

1. Популяцион генофондның төрле аллельләре арасында тигезләнеш нинди шартларда булырга мөмкин?
2. Генофондның юнәлешле үзгәрешләрен нинди көчләр китереп чыгарырга мөмкин?
3. Генетик тигезләнеш бозылуына нинди факторлар сәбәп була?
4. Бер төрнең аерымланган популяцияләре генофондындагы аерымлыкларның сәбәпләре нәрсәдә?

Кеше эшчәнлеге йорт хайваннарының һәм культуралаштырылган үсемлек төрләренең генофондын ничек үзгәртә, шул турыда фикер алышыгыз.

§ 57 Яшәү өчен көрәш һәм аның формалары

1. **Мендель законнарының асылы нәрсәдә?**
2. **Дарвин эволюцион тәгълиматының төп положениеләрен әйтеп бирегез.**

Эволюциянең механизмнары һәм хәрәкәтләндерүче көчләре турында фикер йөртеп, Ч. Дарвин ***яшәү өчен көрәшне*** күзаллауга ирешә. Бу — эволюция теориясенең үзәк төшенчәләреннән берсе. Дарвин барлык тереклек ияләренә дә «чиксез» үрчү сәләте хас булуга игътибар итә. Ана аскарида, мәсәлән, тәүлеккә 200 мең күкәй сала, соры күсе елга 5 тапкыр үрчем бирә, һәр үрчемдә өч айдан җенси

өлгергән 8 әр күсе баласы була. Тимгелле төер тамырның (кукушкины слёзы) бер җимешендә 186 000 орлык исәпләнә. Тиз үрчү сәләте мөһим нәтиҗәләргә китерә: сан арткан саен, ресурслар өчен көрәш кискенләшә, яңа мутацияләр килеп чыгу ихтималы арта һәм «тереклек итү басымы» барлыкка килә, нәтиҗәдә яшәү өчен көрәш башлана. Ч. Дарвин яшәү өчен көрәшнең турыдан-туры бәрелешләргә кайтып калмавын, ә бәлки организмнарның бер төр эчендә, күп төрләр һәм төрләр белән терек булмаган табигать арасында урнашкан катлаулы һәм күпкырлы мөнәсәбәтләр булуын һәрдаим ассызыклый. «Мин бу терминны киң, метафорик (киная белән әйтелгән) мәгънәдә куллануымны кисәтергә тиеш... Азык кытлыгы кичергәндә, эт белән бүре бугазлашуын күреп, алар азык өчен һәм, димәк, ачтан үлмәс өчен көрәшәләр дип әйтергә тулы нигез бар. Ә менә чүлдә үскән үсемлек турында, ул корылыкка каршы көрәшә, дип әйтергә ярый», — дип яза Дарвин. Яшәү өчен көрәштә бүләк булып гомерне саклап калу һәм киләчәк буыннарда аның дәвамлылыгы тора.

Яшәү өчен көрәш формалары. Дарвин яшәү өчен көрәшнең өч формасын аера: *төр эчендәге, төрара һәм терек булмаган табигатьнең уңайсыз шартлары белән көрәшү.* Аларның иң киеренкесе — ***төр эчендәге көрәш.*** Төр эчендәге көрәшнең ачык мисалы — ылыслы урманның бер үк яшьтәге агачлары арасындагы көрәш. Иң биек агачлар җәелеп үсә һәм кояш нурларының төп массасын ала, ә аларның көчле тамыр системасы, янәшә үскән зәгыйфьрәкләргә зыян китереп, туфрактан эрегән минераль матдәләрне күбрәк суыра. Төр эчендәге көрәш популяцияләрнең тыгызлыгы артканда аеруча кискенләшә, мәсәлән, кошларның кайбер төрләрендә (акчарлакларның күп төрләре, давыл кошлары) кошчыклар күп булып чыкканда, көчлерәкләре көчсезрәкләрен оядан кысрыклап төшерә, аларны ерткычлар тырнагыннан яки ачлыктан үлемгә дучар итә.

Төрара көрәш төрле формаларда чагыла, мәсәлән азык яки башка ресурслар өчен ярыш (конкуренция) яисә бер төрнең икенче төрне берьяклы файдалануы формаларында. Азык өчен ярышның ачык мисалын Африка саванналарында яшәүче ерткычлар (гепард, арыслан, сыртлан, сыртлансыман этләр һ.б.) күрсәтә: берсе тоткан корбанны икенчесе аның авызыннан тартып ала. Ярыш объекты булып еш кына тереклек итү өчен уңайлы урыннар хезмәт итә. Мәсәлән, кешегә якын урыннар өчен көрәштә көчлерәк һәм агрессиврак соры күсе акрынлап кара күсене кысрыклап чыгара. Кара күсе хәзер урманнарда яки чүлләрдә генә очрый. Европага кертелгән Америка чәшкесе (норка) җирле төрне кысрыклады. Элек җирле төрләр, мәсәлән рус җофары (выхухоль), файдаланган ресурсларның бер

өлешен Төньяк Америкадан кергән сасы күсе (ондатра) эләктерде. Австралиягә Европадан китерелгән гади бал корты чәнечкесе булмаган җирле кечкенә төрне кысрыклады.

Төрара көрәшнең башка чагылышлары — ерткычлар һәм аларның корбаннары (юлбарыс һәм кабан дуңгызы, бүре һәм кәҗәболан, сыла балык (судак) һәм ак чабак (уклея) һ.б.), паразитлар һәм аларның хуҗалары (һәртөрле экто- һәм эндопаразитизм очраклары) арасындагы катлаулы үзара мөнәсәбәтләр. Ерткычлар корбаннары белән сугышкан яки табыш өчен бугазлашкан очракларда көрәш турыдан-туры бәрелешүдә күренә. Эволюция күзлегеннән караганда, төрара мөнәсәбәтләрнең нәтиҗәсе булып үзара көрәшүче төрләрдә бер-берсе белән ярашкан эволюцион үзгәрешләр барлыкка килү тора. Ерткычта, мәсәлән, ташлану өчен көчле казык тешләр, тырнаклар, елгырлык, корбанын сагалап тору, ә корбанында саклану формалары ерткычныкыннан калышмый, аларда агулы матдәләр бүлеп чыгару, маскировка төсе, сакта тору һ.б. барлыкка килә.

Яшәү өчен көрәшнең өченче формасы — ***уңайсыз тышкы шартлар белән көрәш***. Терек булмаган табигать факторлары тереклек эволюциясенә турыдан-туры яки читләтеп йогынты ясый. Чүл үсемлеге турында «корылыкка каршы көрәшә» дигәндә, аларда туфрактан су һәм туклыклы матдәләр суыруга (үзенә бертөрле тамыр системасы) яки транспирацияне киметүгә (яфракларның үзенчәлекле төзелеше) булышлык иткән җайлашулар күздә тотыла. Терек булмаган дөнья шартлары организмнар эволюциясенә үзеннән-үзе шактый йогынты ясау белән беррәттән, аларның тәэсире төр эчендәге һәм төрара мөнәсәбәтләрне дә көчәйтергә яки йомшартырга мөмкин. Территория, җылылык яки яктылык җитмәгәндә, төр эчендәге көрәш кискенләшә һәм, киресенчә, тереклек өчен ресурслар артык булганда йомшый.

Яшәү өчен көрәш. Яшәү өчен көрәш формалары: төр эчендәге, төрара, уңайсыз шартлар белән.

1. Яшәү өчен көрәшнең төп формаларын санап чыгыгыз.
2. Нинди фактлар «тереклек итү басымы» турында сөйләргә мөмкинлек бирә?
3. Ни өчен төр эчендәге көрәш яшәү өчен көрәшнең иң киеренке формасы булып тора?

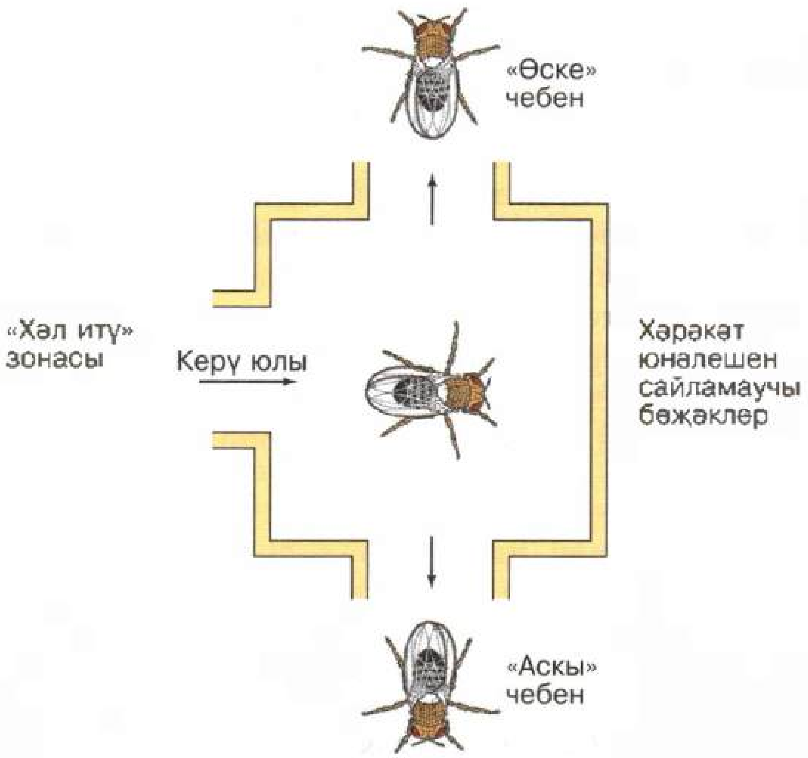
Үз күзәтүләрегезгә нигезләнеп, организмнарның а) бер төр эчендә; б) төрле төрләр арасында барган яшәү өчен көрәшен чагылдырган мисаллар әзерләгез.

§ 58 Табигый сайланыш һәм аның формалары

1. Тышкы тирәлекнең нинди факторлары табигатьтә организмнар сайланышына китерергә мөмкин?
2. Кеше белән табигать арасындагы мөнәсәбәтләр сайланыш факторы була аламы?

Табигый сайланыш турындагы тәгълиматны тәгъбир иткән Ч. Дарвин сайланыш үзе — яшәү өчен көрәш нәтиҗәсе, ә аның алшарты организмнарның нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге дип саный.

Табигый сайланышның генетик асылы популяциядә билгеле бер генотипларның сайланма саклануыннан гыйбарәт. Аларга салынган нәсел материалы киләчәк буыннарга бирелә. Шулай итеп, ***табигый сайланышны*** популяциянең тереклек шартлары таләпләренә җаваплы генотипларның сайланып яңаруы дип билгеләргә мөмкин. 9 нчы сыйныфта сез табигый сайланышның тәҗрибәдә яки табигатьтә күзәтеп булган кайбер мисаллары белән танышкан идегез инде. Табигый сайланыш барышында популяциядәге фенотип һәм генотип арасында бәйләнеш ничек тормышка ашуын күрсәткән тагын бер мисалны тикшерик. Табигатьтә җимеш чебеннәренең яраткан азыкларын йә агач башында, йә туфрак өстендә генә (урталыкта беркайчан очрамый) тапкан кайбер төрләре очрый. Сайланыш белән йә аска гына, йә өскә генә очучы бөҗәкләрне китереп чыгарырга мөмкинме? 73 нче рәсемдә популяцияләрнең генетик составына сайланыш йогынтысын күрсәткән тәҗрибә схемасы сурәтләнгән. Җимеш чебеннәрен күп камералы лабиринтка урнаштыралар, аларның һәрберсендә ике чыгу юлы бар: өскә һәм аска. Һәр камерада бөҗәккә нинди юнәлештә хәрәкәтләнергә тиешлеген «хәл итәргә» кирәк була. Өскә генә хәрәкәтләнүче чебеннәр ахыр чиктә лабиринтның өске чыгу юлына эләгәләр. Аларны киләчәктә файдалану өчен сайлап калдыралар. Аска хәрәкәтләнүчеләр лабиринтның аскы чыгу юлына эләгәләр, аларны да сайлап алалар. Лабиринт камераларында калган бөҗәкләрне, ягъни бер юнәлешне дә сайламаганнарын җыеп, тәҗрибәдән төшереп калдыралар. «Өске» һәм «аскы» чебеннәрне берберсеннән аерым урнаштырып, билгеле бер стереотипка ия (өскә яки аска хәрәкәтләнү) затларның популяцияләрен булдыруга ирешәләр. Бу нәтиҗә нинди дә булса яңа геннар барлыкка килүгә бәйләнмәгән, болар бөтенесе популяциядә элек булган фенотиплар үзгәрүчәнлегенә (бу очракта — чебеннәрнең үз-үзләрен тотышындагы үзгәрүчәнлек) сайланыш йогынтысы аркасында гына килеп чыга. Шулай итеп, табигый сайланыш фенотипларның популяция генотипларына тәэсир итә башлавына китерә. Әгәр табигый сайланыш басымын туктатсак,



73 нче рәсем. *Җимеш чебеннәрендә табигый сайланыш йогынтысын күрсәткән тәҗрибәләр (лабиринт)*

нәрсә булыр соң? Бу сорауга җавап бирү өчен, экспериментаторлар «өске» һәм «аскы» ярус чебеннәренә бергә кушылып үрчү мөмкинлеге бирәләр. Тиздән популяциядә аллельләрнең элекке балансы кире кайта: чебеннәрнең бер өлеше — өскә, икенче өлеше аска хәрәкәтләнә, калганнары бер юнәлешне дә сайламый.

Табигый сайланыш, яшәү өчен көрәштә өстенлек бирүче билгеләргә һәм үзлекләргә ия булмаган затларны популяциядән «чыгарып», генофонд составын үзгәртә. Сайлап алу нәтиҗәсендә, «алдынгы» (ягъни яшәү өчен көрәштә мөмкинлекләрен арттыручы үзлекләргә ия) затларның генетик материалы тулаем популяция генофондына һаман да зуррак йогынты ясый башлый.

Табигый сайланыш барышында организмнарның үзләре яшәгән тирәлек шартларына гаҗәеп һәм күптөрле ***биологик җайлашулары (биологик адаптацияләре)*** барлыкка килә. Мәсәлән, гомуми җайлашулар: суда тереклек итүче организмнарның йөзәргә яки умырткалы хайваннарның очлыклары коры җирдә йөрергә җайлашуы; аерым җайлашулар: ат, антилопа, тәвә кошының чабуга, сукыр тычканның җир казуга яки маймыл, тукран, чыелдык кош һ.б.ның агач буйлап үрмәләүгә җайлашуы. Маскировка төсе дә, мимикрия

дә (тын калып, ерткычлар ташлануыннан яхшы сакланган хайван кыяфәтенә керүе), үз-үзләрен тотуда катлаулы инстинктлар да һәм тагын башка бик күпләр җайлашу мисаллары булып торалар (74 нче рәсем).

Ләкин *теләсә нинди җайлашуның чагыштырмача* булуын истә тотарга кирәк. Билгеле бер шартларга яхшы җайлашкан төр, әгәр үзе яши торган тирәлектә үзгәрсә яисә яңа ерткыч яки конкурент килеп чыкса, үлеп бетү чигенә җитәргә мөмкин. Белгәнебезчә, мәсәлән, ерткычлардан чәнечкеләре белән яхшы сакланган балыклар балыкчы ятьмәсенә ешрак эләгәләр, һәм нәкъ менә аннан чыгарга аларга чәнечкеләре ирек бирми. Юкка гына эволюцион тәгълиматның бер

74 нче рәсем. *Тереклек шартларына организмнарның җайлашуы: маскировка һәм мимикрия*

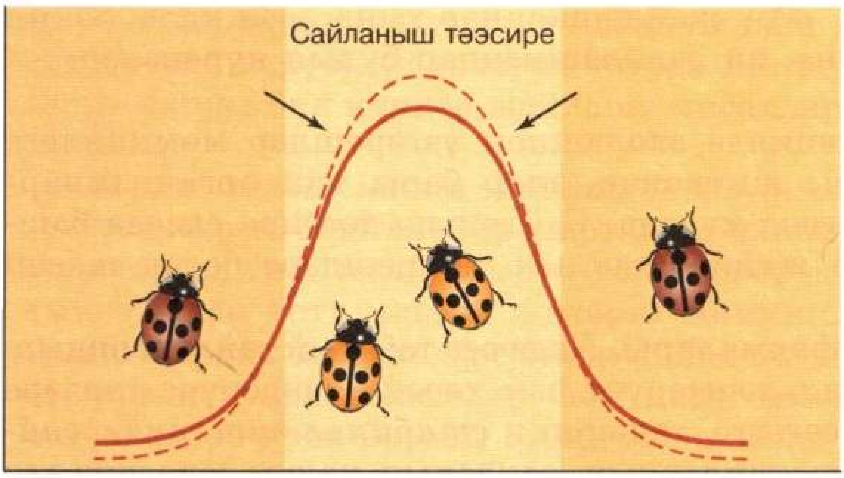
принцибына, шаяртып: «Иң җайлашканнар гына исән кала, ләкин алар, исән калганда гына, иң җайлашканнар булып күренәләр», — дип әстиләр.

Шулай итеп, популяциядә эволюцион үзгәрешләр мөмкинлеге һәрвакыт була. Вакыты җиткәнче, алар бары тик организмнарның үзгәрүчәнлегендә генә күренә. Сайланыш тәэсире сизелә башлауга, популяция моңа җайлашканлык үзгәрешләре белән җавап бирә.

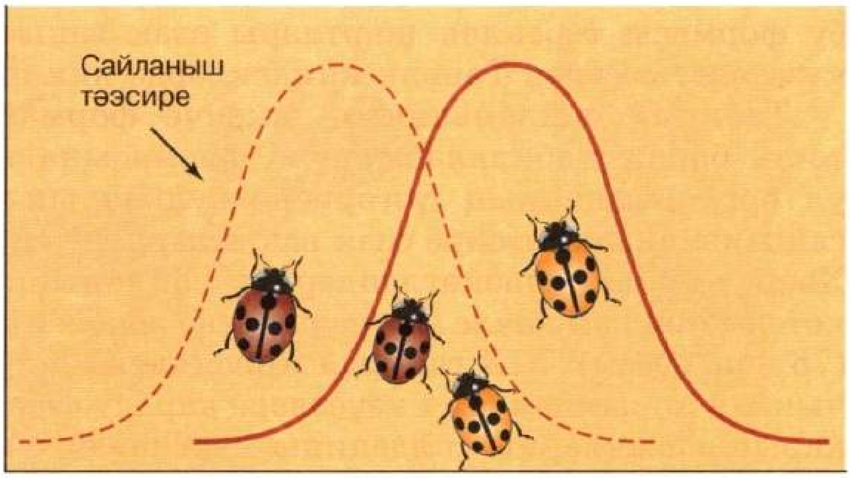
Табигый сайланыш формалары. Алда сез табигый сайланышның ике төп формасы: стабильләштерүче һәм хәрәкәтләндерүче төрләре белән таныштыгыз. Исегезгә төшерик: ***стабильләштерүче сайланыш*** инде булган фенотипларның сакланып калуы юнәлешендә тәэсир итә. Моны 75 нче рәсемдә күрергә мөмкин. Сайланышның бу формасы тереклек шартлары озак вакыт даими калган җирдә күзәтелә, мәсәлән Төньяк киңлекләрдә яки океан төбендә.

Табигый сайланышның икенче формасы ***хәрәкәтләндерүче*** төстә бара; стабильләштерүче формасына капма-каршы буларак, ул организмнарның үзгәрүенә булышлык итә. Гадәттә, табигый сайланышның тәэсире озак вакытлардан соң гына сиздерә башлый. Хәер, кайчак хәрәкәтләндерүче сайланыш, тышкы шартларның көтелмәгән һәм көчле үзгәрешләренә җавап итеп, үзен бик тиз сиздерә (76 нчы рәсем). XIX гасырда Англиянең индустриаль районнарында чыккан корымнан агач кәүсәләре каралу сәбәпле, төсләрен үзгәрткән карышлавыкларны (пяденицы перечные) өйрәнү хәрәкәтләндерүче сайланышның ачык мисалы булып тора (78 нче рәсем).

Табигый сайланышның өченче формасы — ***дизруптив***, яки ***аеручы***, төр. Аеручы сайланыш бер популяция эчендә нинди дә булса билгеләре (төсе, үз-үзен тотышы, пространствосы һ.б.) белән аерылып торган затлар төркеме барлыкка килүгә китерә. Дизруптив сайланыш популяция эчендә ике яки берничә фенотипның саклануына булышлык итә һәм арадаш формаларны бетерә (77 нче рәсем). Билгеле бер билге буенча үзенчәлекле аерылу килеп чыга. Әлеге күренеш ***полиморфизм*** дип атала. Ул — күп хайван һәм үсемлек төрләренә хас үзлек. Бу, мәсәлән, Ерак Көнчыгышның лосось балыгы — нерка — мисалында күренә: ул диңгездә тереклек итә, ә уылдык чәчү (үрчү) өчен, шул диңгезгә коючы елга белән тоташкан төче сулы кечкенә күлләргә керә. Ләкин аның кәрлә ата балыклардан торган «утрак формасы» бар, алар беркайчан да күлне ташлап китмиләр. Кошларның (мәсәлән, күкенең) кайбер төрләрендә төс үзгәрешләре күзәтелә. Ике ноктал камкада сезонлы полиморфизм була. Ике формадан «кызыл» камкалар кышны күбрәк исән чыга, ә «каралары» җәен саклана төшә. Полиморфизм барлыкка килү,



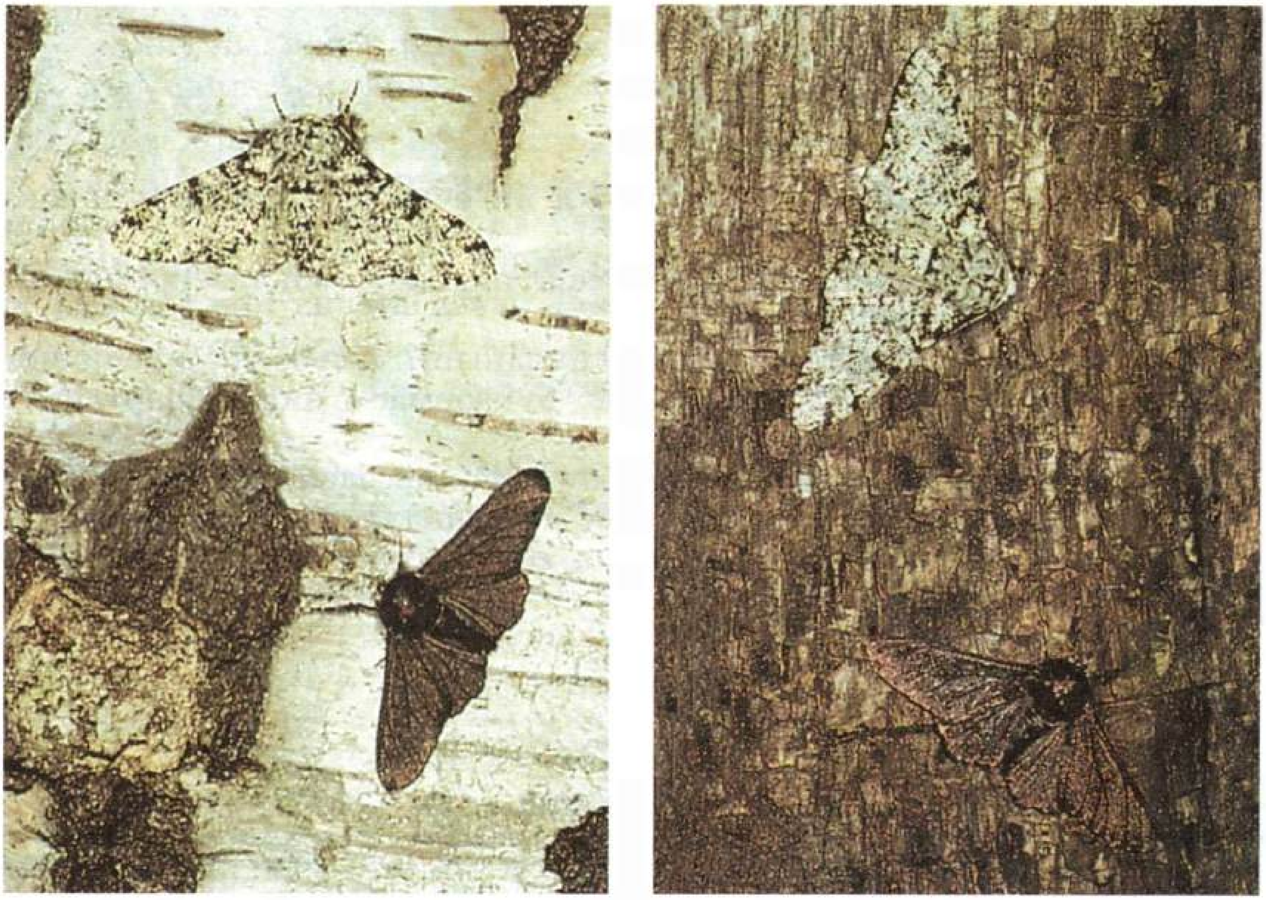
75 нче рәсем. *Стабильләштерүче сайланыш тәэсире*



76 нчы рәсем. *Хәрәкәтләндерүче сайланыш тәэсире*

77 нче рәсем. *Дизруптив бәйләнеш тәэсире*

күрәсең, күбесенчә популяциянең тереклек шартлары (сезонлы һәм пространстволы) төрлечә булуына бәйледер. Бу бер популяция эчендә специальләшкән (төрле шартларга туры килгән) формалар килеп чыгуга китергән сайланышны тудыра.



78 нче рәсем. *Агач кәүсәләрендә карасу һәм аксыл карышлавыклар*

Табигый сайланышның иҗади роле. Табигый сайланышны яшәргә сәләтсез аерым организмнарның төшеп калуы дип кенә аңларга ярамавын ассызыкларга кирәк. Табигый сайланышның хәрәкәтләндерүче формасы организмның аерым билгеләрен генә түгел, ә бәлки аларның бөтен комплексын, организмга хас геннар комбинацияләрен тулаем саклый. Табигый сайланышны еш кына скульптор эшчәнлеге белән чагыштыралар. Скульптор формасыз мәрмәр кисәгеннән бөтен өлешләре таң калдыргыч гармонияле әсәр тудырган кебек, сайланыш та, популяция генофондыннан исән калуга ышанычы булмаган генотипларны төшереп калдыра барып, җайлашулар һәм төрләр барлыкка китерә. Табигый сайланышның иҗади роле аның тәэсире нәтиҗәсендә организмнарның яңа төрләре, тереклекнең яңа формалары барлыкка килүдә күренә.

Табигый сайланыш. Биологик адаптация. Табигый сайланыш формалары: стабильләштерүче, хәрәкәтләндерүче, дизруптив. Полиморфизм.

1. Нәрсә ул җайлашучанлык? Ул ни өчен чагыштырма характерда була?
2. Нәрсә ул стабильләштерүче сайланыш? Аның тәэсире нинди шартларда күренә төшә?
3. Нәрсә ул хәрәкәтләндерүче сайланыш? Аның тәэсиренә мисаллар китерегез. Сайланышның бу формасы нинди шартларда тәэсир итә?
4. Табигый сайланышның иҗади роле нәрсәдән гыйбарәт? Сайланыш тәэсире организмнарның исән калулары өчен файдасыз билгеләрнең төшеп калуы белән генә чикләнмәвен дәлилләгән мисал китерегез.

§ 59 Изоляцияләүче механизмнар

1. **Дарвин Галапагос утрауларында очраткан организмнарның материктагы якын ырудаш формаларыннан аерымлыкларының сәбәбе нәрсәдә?**
2. **Нинди табигый факторлар организмнарның кайбер популяцияләрен шул ук төрнең башка популяцияләреннән изоляцияли?**

Репродуктив изоляция. Табигый сайланыш популяцияләрне берберсеннән аерып торган генетик үзлекләр барлыкка килүгә һәм ныгуга китерергә мөмкин. Әйткәнебезчә, тыштан бу конкрет тереклек шартларына адаптация (җайлашу) формасында күренә. Мәсәлән, Атлантика сельде популяцияләре океанның төрле районнарында елның төрле вакытында үрчи. Язын, җәен, көзен һәм кышын уылдык чәчүче сельдьләр бар. Һәркайсының үрчүе сельдь маймычларына азык булган вак планктон үсешенә бәйле. Планктон төрле киңлекләрдә елның төрле вакытында (язын, җәен, көзен һәм кышын) күпләп үрчегәнлектән, бу сезоннарда сельдь популяцияләре аерымланып үрчиләр. Әлеге популяцияләр бер үк төргә керәләр һәм аз булса да тышкы аерымлыкларына һәм төрле срокта үрчүләренә карамастан кушыла һәм үрчемле токым бирә алалар. Ләкин торабара шушы аз гына аерымлыкларның да төрле популяция затлары арасында үзара ирекле кушыла алу сәләтләре югалуга, яки ***репродуктив изоляциягә*** китереп җиткерүе ихтимал.

Репродуктив изоляциянең нигезендә нинди механизмнар ята соң? Бу географик аерымлануга гына кайтып каламы, әллә бүтән механизмнары бармы? Әлеге сорауларга җавапны төр барлыкка килү механизмнарын аңлагач кына табып була.

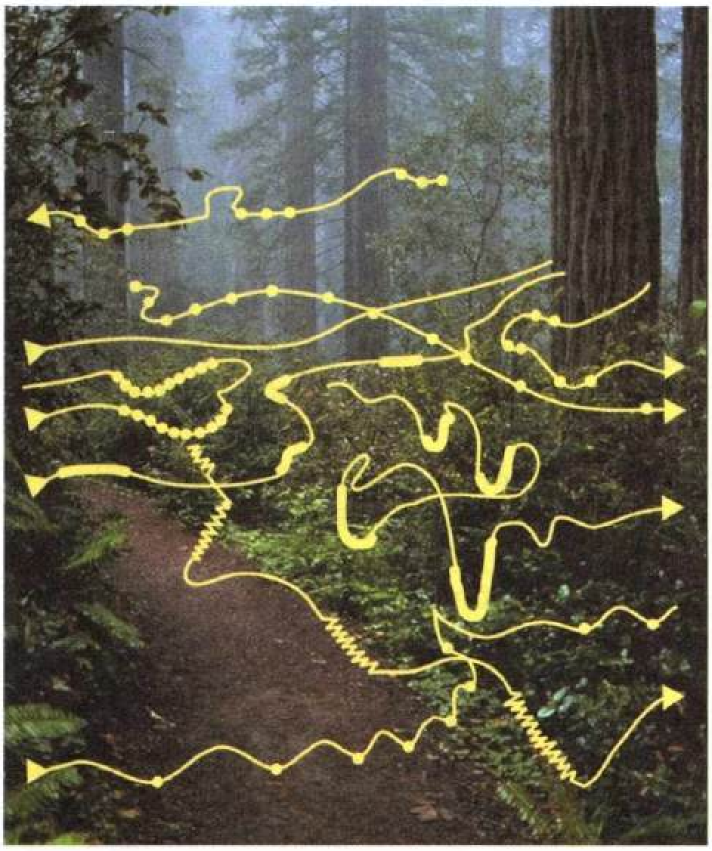
Изоляцияләүче (аерымландыручы) механизмнар. Изоляцияләүче механизмнар төп ике типка бүленә. Беренчесенә — ***зигота алды механизмнарын,*** ягъни төрле популяция затларының кушылуына комачаулап, зигота ясалу алдыннан эшли башлаучы механизмнарны; икенче тибына ***зигота яралганнан соңгы механизмнарны*** кертәләр. Алары гибрид токымның тереклек сәләте яки үрчемлелеге кимүгә китерә.

Зигота алдыннан изоляцияләүче механизмнар, затларның кушылуына комачаулык итүче факторларга бәйле рәвештә, үзләре төркемнәргә бүленә.

Беренчесе — *экологик изоляция*; аны, бер үк территориянең аерым тирәлекләрен биләп торган популяцияләр бер-берсе белән очрашмаганлыктан, экологик факторлар китереп чыгара. Икенчесе — *вакытка бәйле изоляция.* Бу — хайваннарның кушылуы яки үсемлекләрнең чәчәк атуы елның яки тәүлекнең төрле вакытларында булу сәбәпле, аларның үрчү вакытлары аерылу белән тәэмин ителә. Өченчесе — *этологик изоляция*, ягъни *үз-үзләрен тотышларындагы* аерымлыклардан килеп чыккан *изоляция.* Үрчү чорында ата һәм ана затлар үз-үзләрен тотышлары белән бер-берсен җәлеп итми, бу исә этологик аерымлануга китерә. Ниһаять, дүртенчесе — *механик изоляция;* моны җенес органнарының зурлыгындагы яки формасындагы яисә чәчәк төзелешендәге аерымлыклар китереп чыгара.

Мисалларда тикшерик. Гавай утрауларында җимеш чебеннәренең тыштан бер-берсенә бик охшаш ике төре очрый. Һәр ике төре дә бер үк тирәлектә, бер үк агач суы белән тукланып тереклек итә. Ләкин аларның экологик хәле аерыла. Беренче төре — агач ябалдашында, өске ярус ботакларыннан һәм кәүсә буйлап агып төшкән сок белән тукланып, ә икенчесе, агачтан тамган суны эзләп, урман түшәлмәсендә тереклек итә. Экологик специальләшүгә бәйле килеп туган бүленү аркасында, бу төрләр арасында кушылу беркайчан да булмый.

Үз-үзләрен тотышларына бәйле изоляциягә утлы коңгызларның кайбер төрләре кызыклы мисал була ала. Бергә тереклек итүче һәр төренә үз яктылык траекториясе һәм яктылык сигналлары чыгаруның үз типлары булу характерлы. Траекторияләре зигзагсыман, туры яки элмәк формасында, ә яктылык пульсацияләре кыска яки озын тотрыклы шәүлә рәвешендә булырга мөмкин (79 нчы рәсем). Кушылу вакытында бу бөҗәкләр үз парларын яктылык сигналының тибын төгәл билгеләп сайлыйлар. Әлеге мисал популяцияләр арасын-



79 нчы рәсем. *Аерым төр утлы коңгызларда (светлячки) яктылык сигналларының төрле типлары*

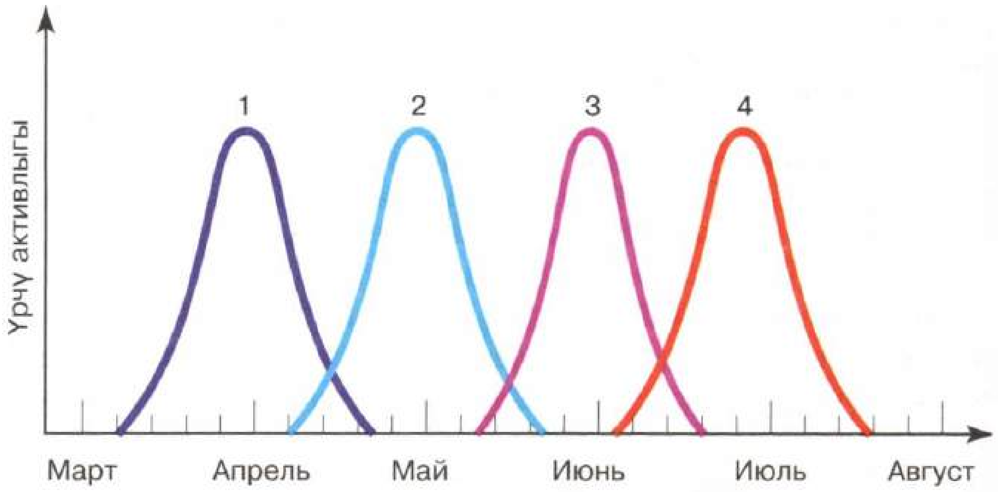
дагы изоляция үз-үзләрен тотышларында аерым тип формалаштыру юлы белән (билгеле бер типтагы сигналларга гына рефлектор реакция булдырып) ныгытылырга мөмкин икәнен күрсәтә.

Күп кенә хайваннар, тышкы факторларга (мәсәлән, температурага яки яктылыкка) карап, төгәл бер вакытта үрчи башлыйлар. Бу факторлар аларга кушыла башлау өчен сигнал булып тора. Һәр төр бер үк факторларга үзенчә җавап бирә, шуңа күрә аларның үрчү сроклары туры килми. 80 нче рәсемдә бер үк районнарда тереклек итүче амфибияләрнең төрле төрләрендә үрчү срокларындагы аерымлыклар күрсәтелгән.

Тышкы аталанулы хайваннарда (диңгез йолдызларында, моллюскларның кайбер төрләрендә) изоляцияләүче фактор ролен сперма һәм күкәй күзәнәкне бәйләүче үзенә бертөрле аксым молекулалары төзелешендәге аерымлыклар башкара. Күкәй күзәнәк өслегенә эләгеп, бу молекулалар «үз» төрләренең сперматозоидларына гына җавап бирәләр, бу исә аерым төрләрнең җенес күзәнәкләре кушылуга юл куймый. Эчке аталану хас хайваннарда бу рольне җенес органнары төзелешендәге аерымлыклар башкара.

Зиготадан соң изоляцияләүче механизмнар да төркемнәргә бүленә. Ул гибридларның үзләренең үсешендә тайпылышлар килеп чыгуга һәм нәтиҗәдә аларның тереклек итүләренә яки гибридларның көчле гаметалар барлыкка китерергә сәләтсез булуларына бәйле.

Төрара гибридлар, гадәттә, тиз үләләр һәм үрчемсез калалар. Мәсәлән, ат һәм ишәк гибриды — мул стериль, аның хромосомалары җыелмасы мейозның нормаль барышын тоткарлаганлыктан, ул үрчем бирә алмый.



80 нче рәсем. *Изоляцияләүче механизм мисалы буларак, үрчү сроклары туры килмәү (1, 2, 3, 4 — амфибияләрнең аерым төрләре)*

Ак куян һәм үр куяны, сусар һәм кеш гибридлары да үрчемсез.

Гадәттә, төрләр арасындагы репродуктив изоляцияне берничә механизм тәэмин итә. Вакытка бәйле изоляция — үсемлекләрдә, ә этологик изоляция хайваннарда ешрак очрый.

Репродуктив изоляция. Изоляцияләүче механизмнар: зигота алдыннан, зиготадан соң.

1. Нәрсә ул изоляцияләүче механизмнар? Изоляцияләүче механизмнар нинди әһәмияткә ия?
2. Изоляцияләүче механизмнарның нинди төрләрен беләсез? Мисаллар китерегез.
3. Ни өчен организмнарның кайбер төрләреннән алынган гибридлар стериль була?

Кеше еш кына, аерым төрләрне кушылдыру юлы белән, гибридлар ала. Балык үрчетү хуҗалыкларында, мәсәлән, кырпы (белуга) һәм чөгә (стерлядь) гибридын — бестер балыгын үрчетәләр. Күп илләрдә авыл хуҗалыгы эшләрендә чыдам мул терлегеннән — ат һәм ишәк (ата) гибридыннан, ә Кытайда, чыгымчы, усал холыклы булуына һәм авыр өйрәтелүенә карамастан, ишәк (ана) белән айгыр гибридыннан — лошакадан файдаланалар.

Фикер алышыгыз: гибрид формалар, кыргый табигать шартларында калып, кыргый популяцияләр генофондына сизелерлек үзгәрешләр кертә яки экологик тигезләнешне боза аламы?

§ 60 Төр барлыкка килү

1. Төргә билгеләмә бирегез. Сез төрнең нинди критерийларын беләсез?
2. Тереклек шартлары үзгәрү нәтиҗәсендә, популяцияләр арасында килеп чыккан үзгәрешләр нинди очракларда төр барлыкка килүгә сәбәп булырга мөмкин?

Популяция, төр эче дәрәҗәсендә барган эволюцион үзгәрешләр ***микроэволюция*** дип атала. Микроэволюция ике формада була: филетик эволюция һәм төр барлыкка килү. *Филетик эволюция* бер төр, популяция яки берничә популяция эчендә, вакыт узу белән, акрынлап үзгәрешләр күзәтелүен аңлата. Гадәттә, бу үзгәрешләр нәтиҗәсендә организмнар тирәлеккә күбрәк җайлаша баралар.

Төр барлыкка килү биологик төр ике яки берничә яңа төргә аерылганда күзәтелә. Нәкъ менә шушы процесс органик дөньяның гаять күптөрлелегенә китерә.

Төр барлыкка килүнең стадияләре. Төр барлыкка килү, гадәттә, ике стадиядә уза: беренчесендә репродуктив изоляция барлыкка килә, икенчесендә аны табигый сайланыш ныгыта.

Төр барлыкка килүнең беренче стадиясендә әлеге төрнең ике популяциясе арасында геннар алмашы тукталырга тиеш; гадәттә, бу географик бүленү нәтиҗәсендә була, мәсәлән популяцияләр арасында тау тезмәләре, бозлык булу, су аерып тору һ.б. Ике популяция арасында геннар алмашы булмау генетик *дивергенциягә* (аерылуга) мөмкинлекләр тудыра. Мондый дивергенция организмнарның җирле шартларга җайлашуы нәтиҗәсендә дә, һәр популяциянең генофонды составында очраклы үзгәрешләр нәтиҗәсендә дә килеп чыгарга мөмкин (56 нчы параграфтан «Популяцияләр генофондындагы үзгәрешләр»не карагыз). Аерымланган популяцияләр арасында генетик аерымлыклар туплана, һәм, тереклек шартлары үзгәрә барган саен, зигота алдыннан изоляцияләүче механизмнар барлыкка килә, мәсәлән үрчү срокларында, үз-үзләрен тотышларында һ.б. аерымлыклар.

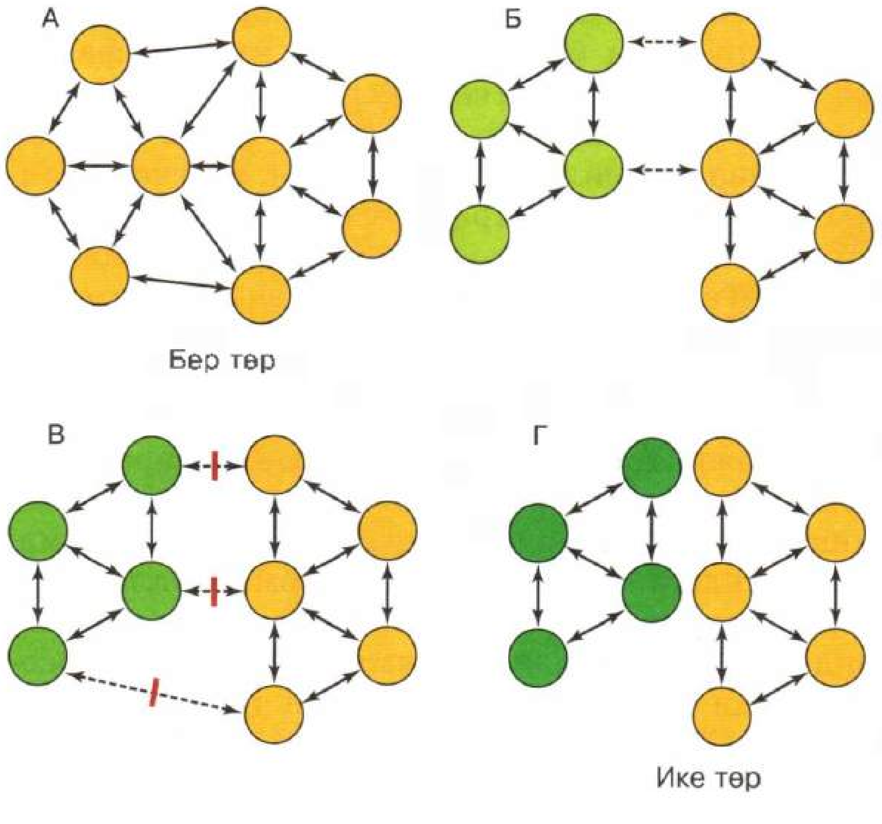
Тора-бара популяцияләрнең аерылуын зиготадан соң изоляцияләүче механизмнар ныгыта төшә. Төрләр аерылуы кире кайтмаска әйләнә. Тулы изоляция барлыкка килү процессы табигый сайланыш тәэсирендә дәвам итә.

Яңа төрләр барлыкка килүнең конкрет юллары төрле булырга мөмкин. Гомумән, төр ясалуның ике төп формасы бар: *аллопатрик* һәм *симпатрик*.

Төр барлыкка килүнең аллопатрик формасы. Төр барлыкка килүнең бу формасы элгәр төр ареалының киңәюенә бәйле, һәм ул

популяцияләрнең озак географик изоляциясе барышында тормышка аша. Географик киртәләр (тау тезмәләре, диңгез бугазлары һ.б.) барлыкка килү *изолятлар* — географик аерымланган популяцияләр ясалуга китерә. Кагыйдә буларак, бу — тереклек шартлары гадәттәгедән беркадәр аерылып торган һәм табигый сайланыш процесслары активрак барган элгәр төр ареалы чикләрендә була. Нәтиҗәдә төрнең бердәм генофонды өлешләргә аерылган сыман була. Һәр территориаль популяция үз генофонды һәм, димәк, төрле аллельләрнең очрашу ешлыгы үзенә генә хас булу белән характерлана. Бер яктан, изолятлар арасында геннар агышы өзелүгә һәм, икенче яктан, табигый сайланыш тәэсире ахыр чиктә аларның репродуктив изоляциясенә һәм мөстәкыйль төрләр барлыкка килүгә китерә. Популяцияләрнең пространствода аерылуы белән бәйле төр барлыкка килүне ***географик*** төр барлыкка килү дип тә атыйлар. Географик төр барлыкка килү схемасы 81 нче рәсемдә күрсәтелгән.

Алдарак сез, миллион еллар элек Европаның киң яфраклы урманнарында үскән энҗе чәчәкнең (ландыш) элгәр төреннән хәзерге төрләре килеп чыгуын тикшереп, географик төр барлыкка килү белән танышкан идегез инде. Бозлык һөҗүме энҗе чәчәкнең бердәм ареалын берничә өлешкә бүлә. Ул бозлыктан котылып калган урман территорияләрендә: Ерак Көнчыгышта, Европаның көньягында,



81 нче рәсем. *Географик төр барлыкка килү схемасы: А — бер төрнең локаль популяцияләре; Б — популяцияләрнең ике төркемгә аерылуы; В — популяцияләр арасында геннар алмашы тукталу; Г — төр барлыкка килүнең тәгалләнүе*

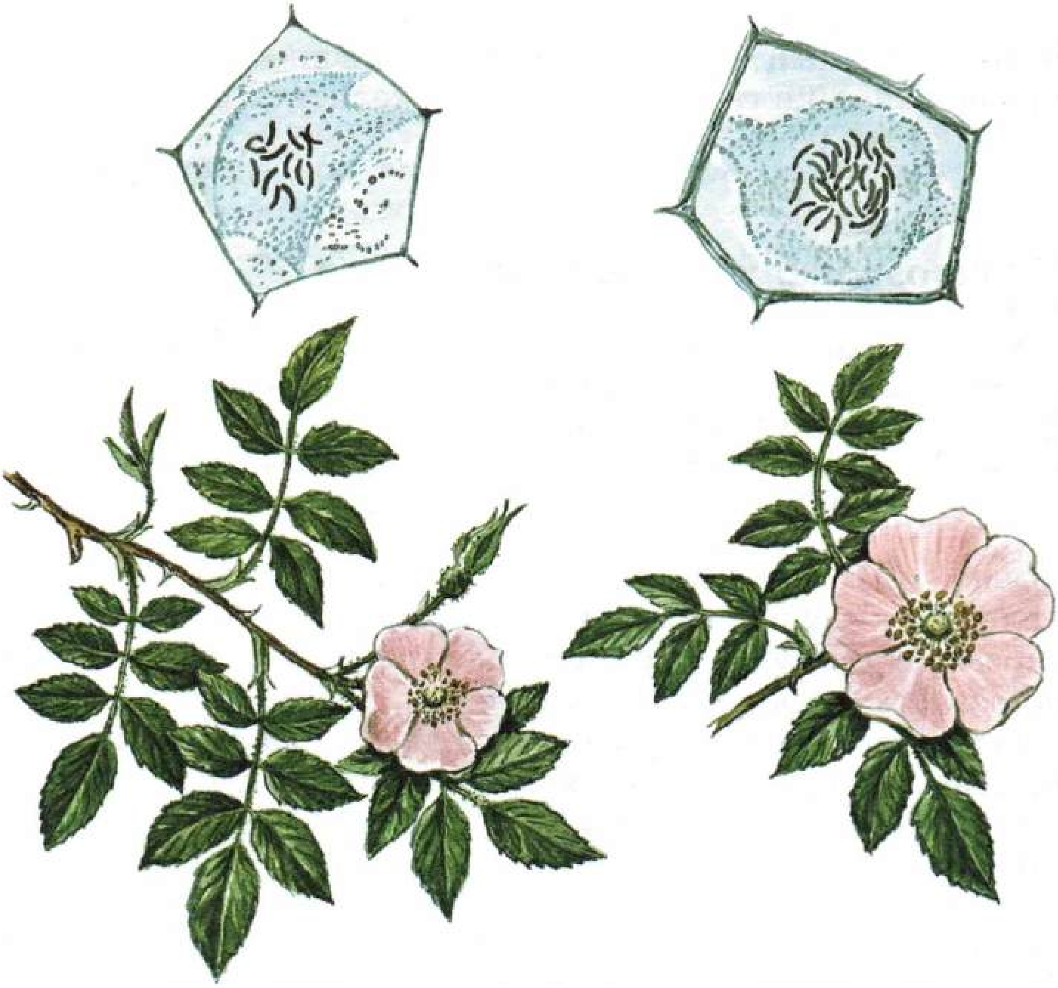
Закавказьеда сакланган. Бозлык чигенгәч, ландышның Европада тагын да эрерәк, киң таҗлы яңа төре, ә Ерак Көнчыгышта сабаклары кызыл, ә яфраклары балавызсыман куныклы төре таралган.

Төр барлыкка килүнең симпатрик формасы. Симпатрик төр барлыкка килү элгәр популяция кысаларында яңа төр туу белән бәйле. Бу экологик (мәсәлән, азыкка) специальләшү нәтиҗәсендә булырга мөмкин, шуңа күрә моны еш кына ***экологик төр*** барлыкка килү дип йөртәләр. Песнәкләрнең биш төре азыклану буенча специальләшүгә (туклану урынын сайлауга, азык составына, аларны эзләп табуга) бәйле рәвештә барлыкка килгән дип уйланыла. Мәсәлән, зур песнәк — ботак һәм агач кәүсәләрен; вак төрләре (күк песнәк) үләнчел үсемлекләр сабакларын гына чукый. Иң вак төрләре (кара песнәк, бүрекле песнәк), азык эзләп, ешрак агачларның аскы ботакларын тикшерә. Зур песнәк эре бөҗәкләр белән туклана; күк песнәк, көрән башлы песнәк һәм кара песнәк кабык ярыкларыннан һәм бөреләрдән вак бөҗәкләрне эзли; бүрекле песнәк ылыслы агач орлыкларын чүпли (82 нче рәсем).

Төр барлыкка килүнең симпатрик формасы башкача да булырга мөмкин: хромосомалар мутацияләре, полиплоидия һәм гибридлашу нәтиҗәсендә ***көтмәгәндә*** килеп чыга. Белгәнебезчә, бәрәңгенең якын төрләре бер-берсеннән хромосомалар саны икеләтә артык җыелмалы булулары белән аерыла: $n = 12, 24, 48, 72$. Бу әлеге төрләрнең *полиплоидия* нәтиҗәсендә, ягъни элгәр төр хромосомалары санын икеләтә арттыру юлы белән барлыкка килүен фаразларга мөмкинлек бирә (83 нче рәсем). Үсемлекләрдә полиплоидия нәтиҗәсендә изоляцияләүче механизмнар бердәнбер нәсел буынының (генерация) гомере буена формалашырга мөмкин. Бер төр эчендә хромосомалар саны икеләтә арту очрагы үзлегеннән булырга мөмкин; якын ырудаш организмнар кушылганда да, хромосомаларның артуы күзәтелә. Бәрәңгедән кала, тагын күп кенә кыйммәтле авыл хуҗалыгы үсемлекләре — тәмәке, мамык үсемлеге, шикәр камышы, кофе һ.б. — полиплоидлар. Хайваннарның хромосомалар җыелмасы шулай ук тиз үзгәрүчән. Балыклар (осётр, щиповка һ.б.), чикерткәләр, суалчаннар, бөҗәкләр һәм башка хайваннар арасында да полиплоидлар очрый.

Кайчак төр барлыкка килү гибридлашу һәм соңыннан хромосомалар арту исәбенә дә була. Андый организмнарда, хромосомаларның икеләтә артуы аркасында, нормаль җенес күзәнәкләре формалаша һәм үрчемнең үсешендә тайпылулар күзәтелми. $2n = 48$ хромосомалы культуралаштырылган слива, мәсәлән, күгән (тёрн) ($n = 16$) һәм кыр әлүен (алыча) ($n = 8$) кушылдырып, соңыннан хромосомалар саны икеләтә арту нәтиҗәсендә барлыкка китерелгән.

82 нче рәсем. *Песнәк төрләре*



83 нче рәсем. *Полиплоидия. 14 хромосомалы зур яфраклы роза (сулда) һәм аның 28 хромосомалы полиплоидлы формасы (уңда)*

Шулай итеп, хромосомалар саны үзгәрүгә бәйле яңа төрләрнең барлыкка килүе бер үк географик төбәктә таралган һәм бернинди киртәләр белән аерылмаган популяцияләрдә булырга мөмкин.

Микроэволюция. Төр барлыкка килүнең аллопатрик, яки географик, формасы. Төр барлыкка килүнең симпатрик формасы (экологик һәм көтмәгәндә).

1. Төр барлыкка килүнең төп формаларын әйтегез. Географик төр барлыкка килүгә мисаллар китерегез.
2. Нәрсә ул полиплоидия? Төрләр барлыкка килүдә аның роле нинди?
3. Хромосомалар саны үзгәрү нәтиҗәсендә, нинди үсемлек һәм хайван төрләре барлыкка килгән?

Фикер алышыгыз: төр барлыкка килүдә төрле изоляцияләүче механизмнарның роле нинди? Сайланышның кайсы формасы төр барлыкка килү процессларында хәлиткеч роль уйный?

§ 61 Макроэволюция, аның дәлилләре

1. **Үсемлекләр белән хайваннарның юкка чыккан борынгы формалары һәм хәзергеләре арасындагы бәйләнеш турында нинди фактлар дәлилли ала?**
2. **Борынгы үсемлекләр һәм хайваннарның сезгә нинди төрләре билгеле?**

Төрләрдән — яңа ыруглар, ыруглардан яңа семьялыклар һәм башкалар барлыкка килү процессы ***макроэволюция*** дип атала.

Макроэволюция ул, — төр һәм аның популяцияләре эчендә барган *микроэволюциядән* аермалы буларак, төрдән югарырак баскычтагы эволюция. Әмма бу процесслар арасында принципиаль аерма юк, чөнки макроэволюция нигезендә микроэволюцион процесслар ята. Макроэволюциядә шул ук факторлар — яшәү өчен көрәш, табигый сайланыш һәм аңа бәйле юкка чыгу. Макроэволюциягә, микроэволюциядәге кебек, дивергенция характерлы.

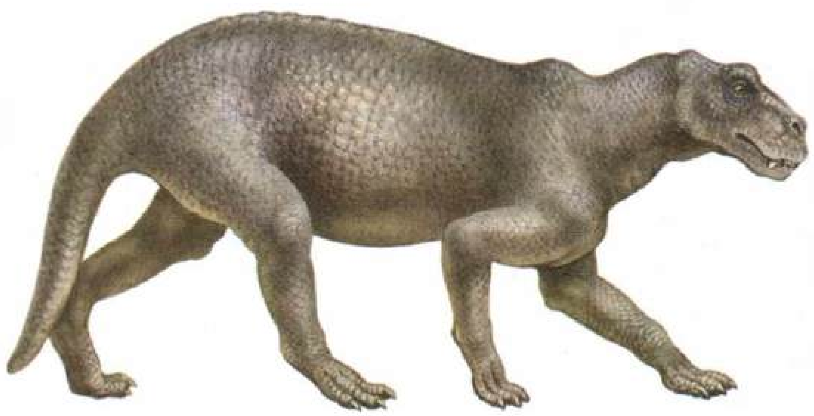
Макроэволюция тарихи күп дәверләргә сузылганлыктан, аны турыдан-туры өйрәнү мөмкин түгел. Шуңа да карамастан фәндә макроэволюция процессларының реальлеген исбатлаган дәлилләр аз түгел.

Макроэволюциянең палеонтологик дәлилләре. Үлеп юкка чыккан организмнарны казылма калдыклары буенча өйрәнү, аларның хәзерге организмнарга охшашлыгын һәм аерымлыкларын ачыклау белән палеонтология фәне шөгыльләнүен сез инде аңлыйсыз. Палеонтологик мәгълүматлар элекке заман үсемлекләр һәм хайваннар дөньясын белергә, үлеп беткән организмнарның тышкы кыяфәтләрен кабат торгызырга, иң борынгы һәм хәзерге флора-фауна вәкилләре арасында бәйләнеш табарга мөмкинлек бирә.

Төрле геологик чорларның җир катламнарыннан чыккан казылма калдыкларны чагыштыру органик дөньяның вакыт эчендә булган үзгәрешләренә ышанычлы дәлилләр бирә. Ул төрле төркем организмнарның килеп чыгу һәм үсеш эзлеклелеген ачыкларга булыша. Мәсәлән, иң борынгы катламнарда — умырткасыз хайваннарның, ә яңарак катламнарда инде хордалыларның калдыкларын табалар. Тагын да яшьрәк геологик катламнарда хәзерге төрләргә охшаш үсемлек һәм хайван калдыклары очрый.

Палеонтология мәгълүматлары төрле систематик төркемнәр арасында буыннан-буынга күчеп килгән бәйләнешләр турында бай материал бирә. Кайбер очракларда — иң борынгы һәм хәзерге организмнар төркемнәре арасында ***күчү формаларын*** ачыклауга, ә икенчеләрендә ***филогенетик рәтләрне,*** ягъни бер-берсен алмаштыра килгән төрләрнең рәтләрен торгызуга ирешелә.

Казылма күчү формалары. Төньяк Двина ярларында ерткыч тешле рептилияләр төркеме табыла (84 нче рәсем). Аларда имезүчеләрнең дә, сөйрәлүчеләрнең дә билгеләре була. Ерткыч тешле рептилияләр баш сөяге, умырткалык һәм очлыклар төзелеше буенча, шулай ук тешләре казык, кискеч һәм урт тешләренә аерылу белән имезүчеләргә охшаш.

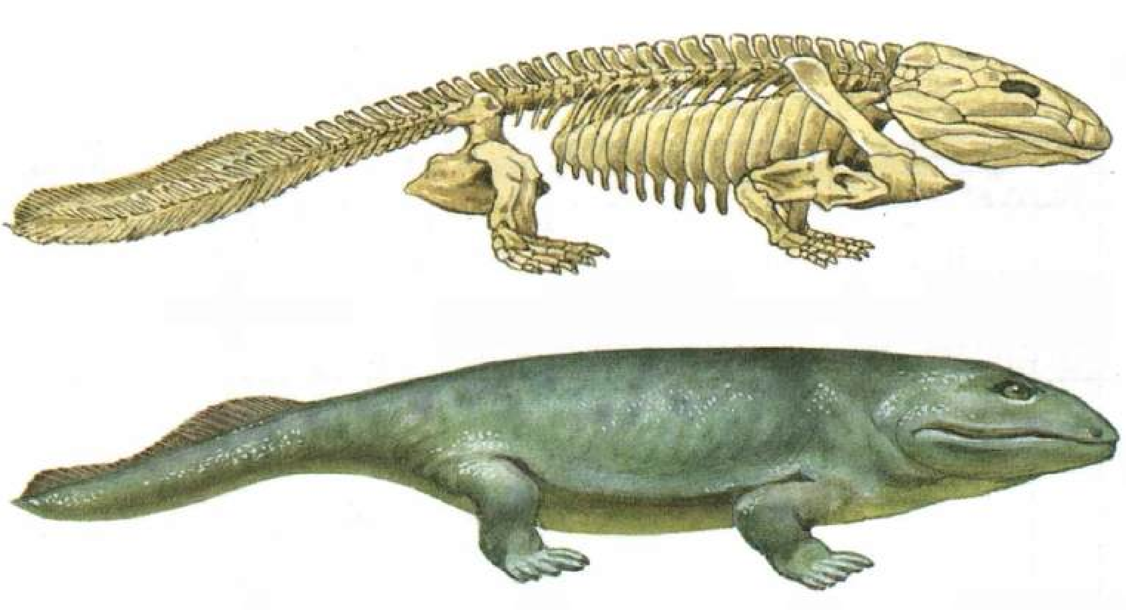


84 нче рәсем. *Ерткыч тешле рептилия — рептилиядән имезүчеләргә күчү формасы*

85 нче рәсем. *Археоптерикс һәм аның таштагы эзе (сулда)*

Эволюцион караштан чыгып тикшергәндә, археоптерикс зур кызыксыну уята (85 нче рәсем). Күгәрчен зурлыгындагы бу хайван кош билгеләренә ия, ләкин әле сөйрәлүчеләр билгеләрен дә саклаган. Кош билгеләре: арткы очлыклары шүре сөякле, каурыйлы булуы, гомуми кыяфәте. Сөйрәлүчеләр билгеләре: койрык умырткаларының озын рәте, корсак кабыргалары, тешләр булуы. Археоптерикснең күкрәк сөяге (кильсез), күкрәк мускуллары һәм канат мускуллары начар үсеш алган, шуңа күрә яхшы очкандыр дип әйтеп булмый. Хәзерге кошлардан аермалы буларак, умырткалык һәм кабыргалар очканда тотрыклылык бирүче каты сөяк системасы функциясен үтәмәгән. Археоптериксны сөйрәлүчеләр һәм кошлар арасында күчү формасы булган дип исәпләргә мөмкин. Күчү формалары үзләрендә берьюлы борынгы төркемнәрнең дә, эволюцион яктан яшьрәкләренең дә билгеләрен берләштергәннәр. Ихтиостеглар — төче суда тереклек итүче чукканатлы балыклар белән җир-су хайваннары арасында булган шулай ук күчү формасының бер мисалы (86 нчы рәсем).

Филогенетик рәтләр. Палеонтологлар хайваннар һәм үсемлекләрнең бик күп төркемнәре буенча эволюцион үзгәрешләрне чагылдырган иң борынгыларыннан алып хәзергеләренә кадәр формаларның

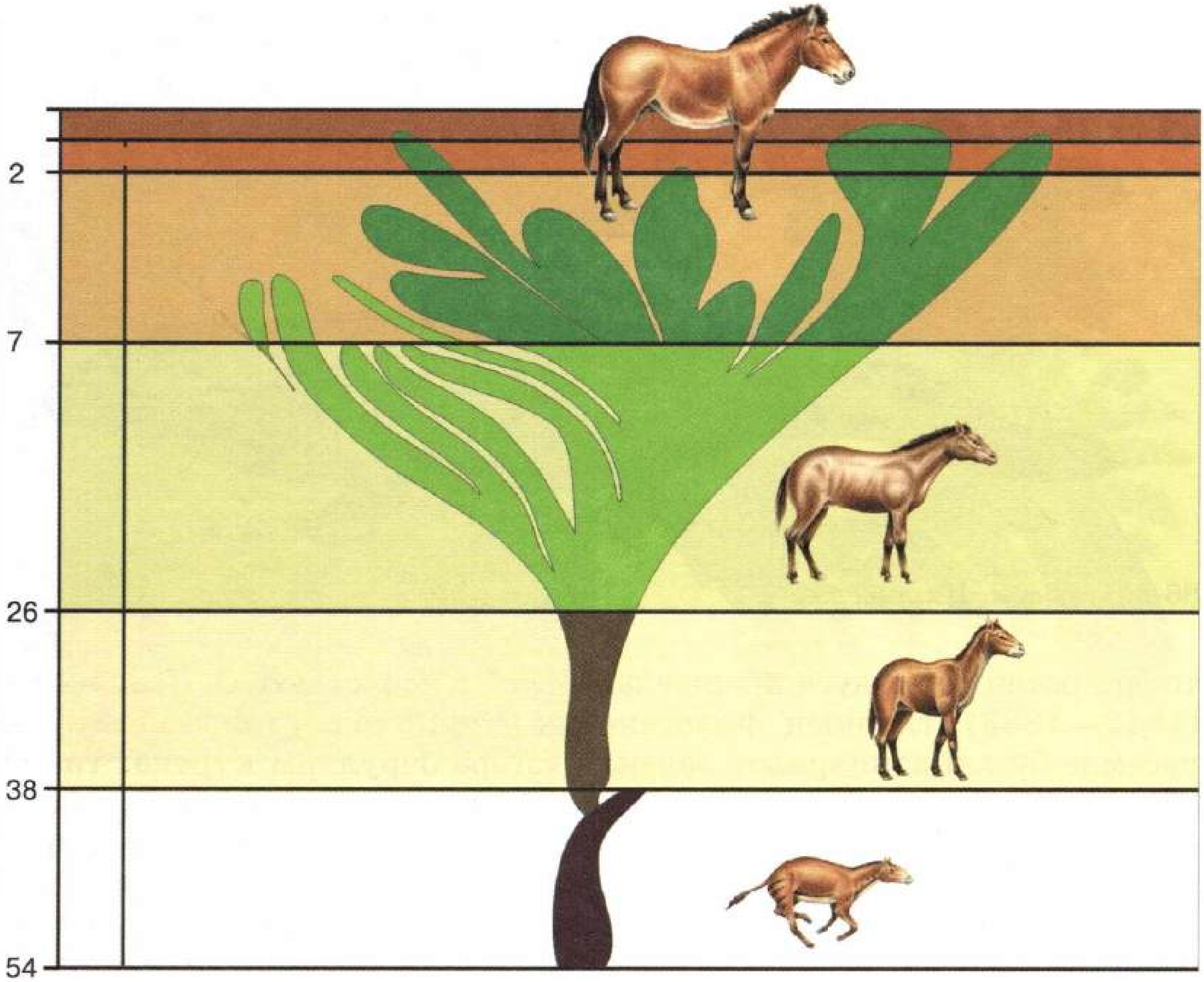


86 нчы рәсем. *Ихтиостег*

тоташ рәтен торгызуга ирештеләр. Илебез зоологы *В. О. Ковалевский* (1842—1883) атларның филогенетик рәтен яңадан торгызды. 87 нче рәсемдә бу хайваннарның эзлекле үзгәрә барулары күренә: тиз һәм озак чабуга күчә барган саен, аларның очлыкларында бармаклар саны кимегән һәм шул ук вакытта хайванның зурлыгы үзгәргән. Болар барысы да — атларның тереклек итү шартлары үзгәрү нәтиҗәсе: алар үсемлек азык белән генә туклануга күчкәннәр һәм аны еракларга китеп эзләргә мәҗбүр булганнар. Барлык шушы эволюцион үзгәрешләргә 60—70 млн ел кирәк булган дип исәпләнелә.

Макроэволюциянең эмбриологик дәлилләре. Организмнар арасында ырудашлык дәрәҗәләрен исбатлаган дәлилләрне эмбриология бирә, ул организмнарның яралгы үсешен дә өйрәнә. Организмнарның индивидуаль үсеше *(онтогенез)* һәм аларның эволюцион үсеше *(филогенез)* арасында бәйләнеш булуын әле Ч. Дарвин билгеле. Бу бәйләнешләрне соңыннан башка тикшеренүчеләр тулырак өйрәнә.

Организмнарның күпчелеге аталанган күкәйдән үсеш ала. Балык, кәлтә, кролик, кеше яралгыларының эзлекле үсеш стадияләрен тикшерик. Аларның тән формасында, койрык булуда, очлыклар яралуында, йоткылыкның ике ягы буйлап саңак ярыклары барлыкка килүдә гаҗәеп охшашлык күренә (71 нче рәсемне карагыз). Әлеге башлангыч стадияләрдә яралгыларның эчке төзелешләрендә дә охшашлык күп. Барысында да башта хорда, аннары кимерчәк умырткалардан торган умырткалык, бер түгәрәкле кан йөреше системасы (балыклардагы кебек), бөерләрнең охшаш төзелеше һ.б. була.



87 нче рәсем. *Ат эволюциясе*

Үсә барган саен, яралгылар арасында охшашлык кими, үзләре нинди классларга керәләр, шуларның билгеләре һаман ачыграк беленә башлый. Кәлтә, кролик һәм кеше яралгысында саңак ярыклары ябышып йомыла; кеше яралгысында аеруча ми урнашкан баш өлеше көчле үсеш ала, биш бармаклы очлыклар, ә балык яралгысында йөзгечләр формалаша. Эмбриональ үсеш алга киткән саен, яралгыларда билгеләрнең аерылуы бер-бер артлы була, алар үзләре кергән класска, отрядка, ыругка һәм, ниһаять, төргә хас билгеләрне алалар.

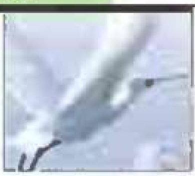
Китерелгән фактлар барлык хордалыларның да эволюция барышында күпләгән «ботак»ка аерылган бер «кәүсә»дән чыгуы турында сөйли.

Башка дәлилләр. 7—8 нче сыйныф биологиясеннән сез умырткалылар төзелешенең гомуми планы турында белдегез. Организмнарның шактый күпчелегенә күзәнәк төзелеше характерлы. Барлык эукариотларда күзәнәкләрнең бүленү принциплары бертөрле. Генетик кодлашу, аксым һәм нуклеин кислоталары биосинтезы шулай ук Җир йөзендәге барлык тереклек өчен бердәм механизм буенча тормышка аша. Әлеге фактлар барлык организмнар төзелешенең бердәй булуы һәм килеп чыгу уртаклыгы турында ачык дәлилли.

Макроэволюция. Кучу формалары. Филогенетик рәтләр.

1. Нәрсә ул макроэволюция? Макро- һәм микроэволюция арасында нинди уртаклык бар?
2. Палеонтологик мәгълүматлар безгә макроэволюциянең нинди дәлилләрен бирә? Кучу формаларына мисаллар китерегез.
3. Филогенетик рәтләрнең яңадан торгызылуы нинди әһәмияткә ия?

§ 62 Үсемлекләр һәм хайваннар системасы — эволюция чагылышы



1. **Организмнарның хәзерге классификациясе нигезләре кем тарафыннан эшләнгән?**
2. **Сезгә зоология белән ботаника курсларыннан билгеле хайван һәм үсемлекләрнең систематик төркемнәрен санап чыгыгыз.**

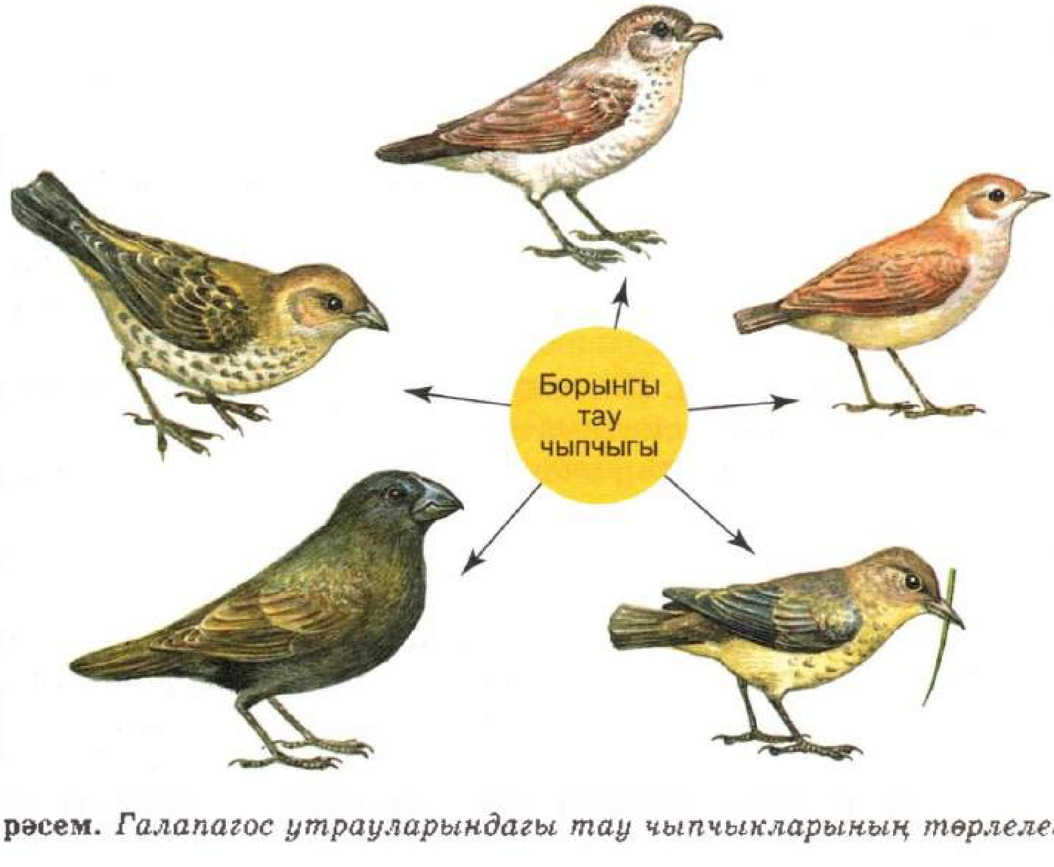
Систематика мәгълүматларыннан эволюцияне дәлилләү өчен файдаланалар, чөнки алар таксоннар арасындагы ырудашлыкны ачып бирә.

Систематик төркемнәр. Классификациянең хәзерге системасында организмнарны эзлекле систематик категорияләргә: *төргә, ыруг, семьялык, отряд* (үсемлекләр өчен *тәртип*), *класс, тип* (үсемлекләр өчен *бүлек*) һ.б.га бүләләр.

Төрләр — ыругларны, ыруглар — семьялыкларны, семьялыклар отрядларны барлыкка китерә һ.б. Соңыннан килгән һәр категория аңа керүче организмнарның гомуми характеристикалары охшашлыгын күбрәк чагылдыра бара. Имезүчеләр классын тәшкил иткән хайваннарның гомуми үзлекләренә түбәндәгеләр керә: алар барысы да умырткалылар, тән температуралары чагыштырмача даими, имезү өчен, сөт бизләре бар. Ерткычлар отрядына хайван азыклар

белән тукланучыларны һәм моның өчен махсус җайланмалары (казык тешләр, тырнаклар һ.б.) булган хайваннарны кертәләр. Тышкы күренешләре һәм тереклек итү рәвешләре буенча ерткычлар семьялыкларга: этләргә, аюлар, сусарлар һ.б.га бүленәләр. Охшаш төркемнәр семьялык эчендә аерым төрләрдән торган ыругларны барлыкка китерәләр.

Галапагос утрауларында, мәсәлән, өч ыруг тау чыпчыклары очрый: кайда туклануларына карап, җир, агач һәм әрәмәлек чыпчыклары була. Җир чыпчыклары коры зонада оялыйлар һәм ачык урыннарда тукланалар; агач чыпчыклары коры зонада оялыйлар һәм агач башларында тукланалар; әрәмәлек чыпчыклары төрле җирдә тереклек итәләр. Тау чыпчыкларын төрләргә аерып торучы төп билге — аларның томшык төзелеше (88 нче рәсем); төрнең экологик специальләшүен әнә шул билгели. Мәсәлән, кактус чәчәкләрендә озын томшыклы һәм ярык телле кактус җир чыпчыгы туклана. Зур җир чыпчыгының эре орлыклар чүпләргә җайлашкан томшыгы калын да, зур да. Тукрансыман агач чыпчыгы үз исемен, кәүсә буенча өстән аска үрмәләп, тукранныкы кебек, агач кабыгын чукуга җайлашкан туры томшыгы өчен алган. Тел кыскалыгын ул үзе



88 нче рәсем. *Галапагос утрауларындагы тау чыпчыкларының төрлелеге*

тишкән кабык астыннан бөҗәкне томшыгына кактус энәсе яки ботак кыстырып казып чыгару белән алмаштыра.

Хәзерге классификация принциплары. Фәнни систематикага XVIII гасырда ук К. Линней нигез салган. Линней принциплары әле хәзер дә гамәлдә.

Теләсә нинди төр атамасында ыруг исеме күрсәтелә. Ыруг организмнарның якынрак төрләрен берләштерә. Мәсәлән, мәчеләр, атлар, имәннәр һ.б.ны ыругларга аералар. Башта төр атамасын ясау өчен, ыруг исеменә шул төргә хас билгеләрне тасвирлаган фразалар өстәгәннәр. Мәсәлән, кызыл имән «яфраклары тирән уемлы, очлары сырланган имән» дип йөртелгән. Соңрак, Линней хезмәтләреннән соң, төрләрнең икеле, яки ***биноминаль***, атамалары ныклап урнаша. Мәсәлән, «Йорт эте», «Кызыл имән» һ.б. (Биноминаль атамалар ясауның төп шарты: беренче ыруг исеме, аннан соң гына төр исеме языларга тиеш, ләкин бу шарт русча атамаларда гына үтәлә, мәсәлән «Собака домашняя», «Дуб красный» һ.б. Ә татарчага тәрҗемә иткәндә, бу шарт үтәлми; беренче — төр, аннары ыруг исеме языла. — *Ред.*) Атамаларның мондый системасы 200 ел чамасы гамәлдә йөри.

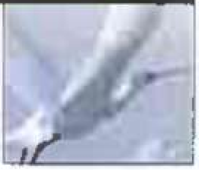
Классификациянең соңгы системасы хәзерге һәм үлеп беткән төрләрнең ырудашлык билгеләрен истә тота. Һәрбер таксономик берәмлек уртак ерак бабалары булган организмнар төркеменә туры килә. Классификацияләүнең мондый системасы организмнарның табигый уртаклыгын чагылдыра һәм шуңа күрә ***табигый классификация*** дип атала. Табигый классификацияләр организмнарда, аларның системадагы урыннарына карап, теге яки бу үзлекләре булуын алдан әйтергә мөмкинлек бирә.

Хәзерге организмнарның төп төркемнәре арасында эволюция процессында урнашкан үзара бәйләнешләр куәтле агачта ботакларның бер-берсе белән бәйләнешләрен хәтерләтә. Нәсел агачы тулаем, ә аның ботаклары макроэволюциянең гомуми характерын: тереклек ияләренең гадидән катлаулыга таба үсешен, эволюциянең дивергенция (организмнарда билгеләр аерымлыгы башлану) һәм җайлашучанлык юнәлешендә баруын ачык күрсәтә.

Төрләрнең биноминаль атамасы. Табигый классификация.

1. Үсемлекләрне һәм хайваннарны классификацияләгәндә кулланылган төп систематик төркемнәрне санап чыгыгыз.
2. Организмнарның эволюциясен исбатлау өчен, систематика мәгълүматларын ничек файдаланып була?
3. Ни өчен хәзерге классификация табигый дип санала?

§ 63 Органик дөнья эволюциясенең төп юнәлешләре



1. Нәрсә ул эволюция?
2. Нинди эволюцион үзгәрешләр микроэволюция дип, ә нindиләре макроэволюция дип атала?

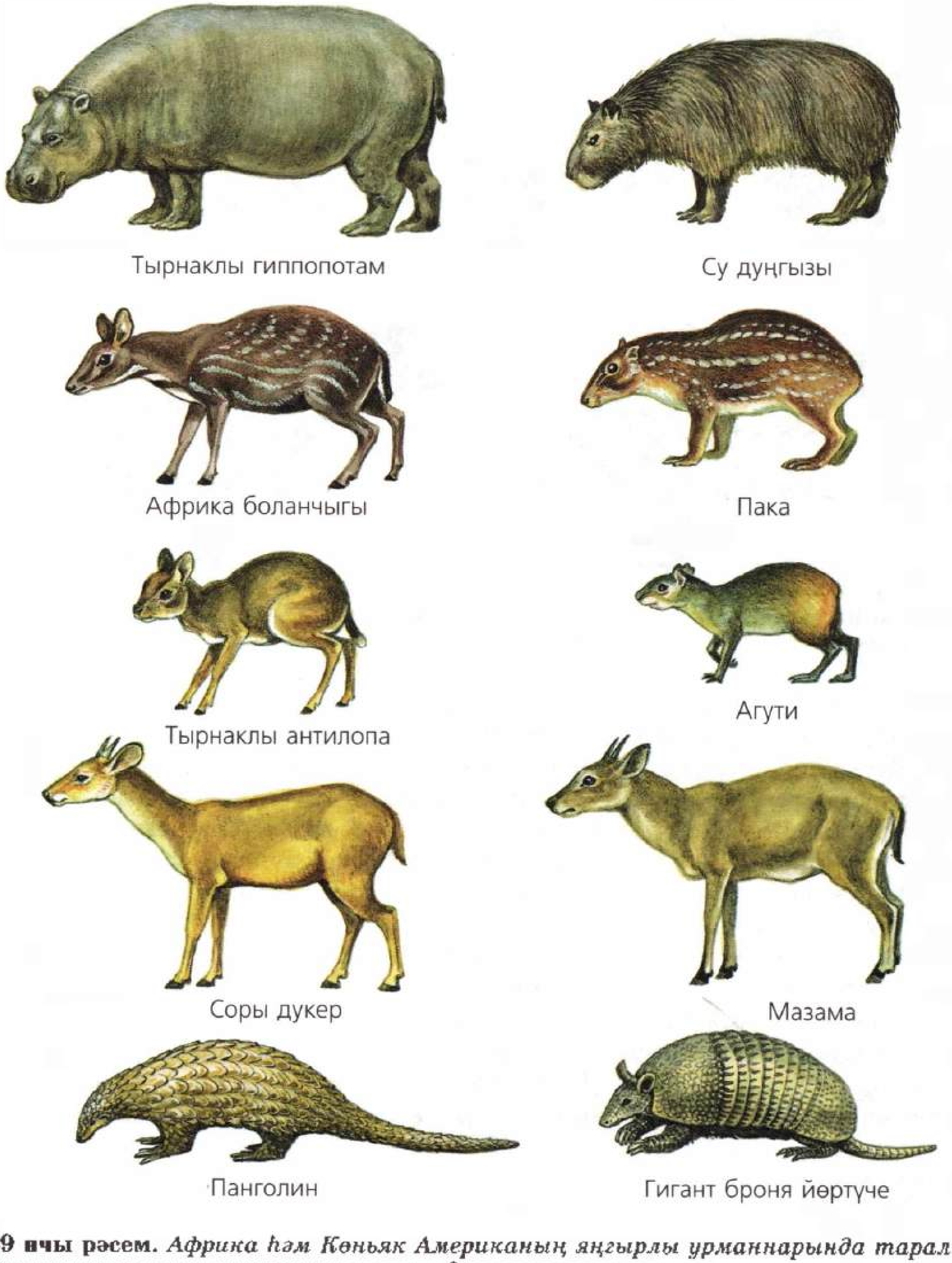
Эволюцион үзгәреш типлары. *Параллельлек (параллелизм)*, *конвергенция* һәм *дивергенция* — эволюцион үзгәрешнең төп типлары.

Параллельлек ул — ырудаш организмнарда охшаш билгеләр барлыкка килүгә алып барган эволюцион үзгәреш. Мәсәлән, имезүчеләр арасында китсыманнар һәм ишкәгаяклылар, бер-берсенә бәйсез рәвештә, сулы тирәлектә тереклек итүгә күчкәннәр һәм җайлашканнар (аларда ишкәксыман аяк үсеш алган). Төрле континентларда, бертөрлерәк климат шартларында тереклек итүче ырудаш булмаган имезүчеләр уртак охшашлыкка ия (89 нчы рәсем).

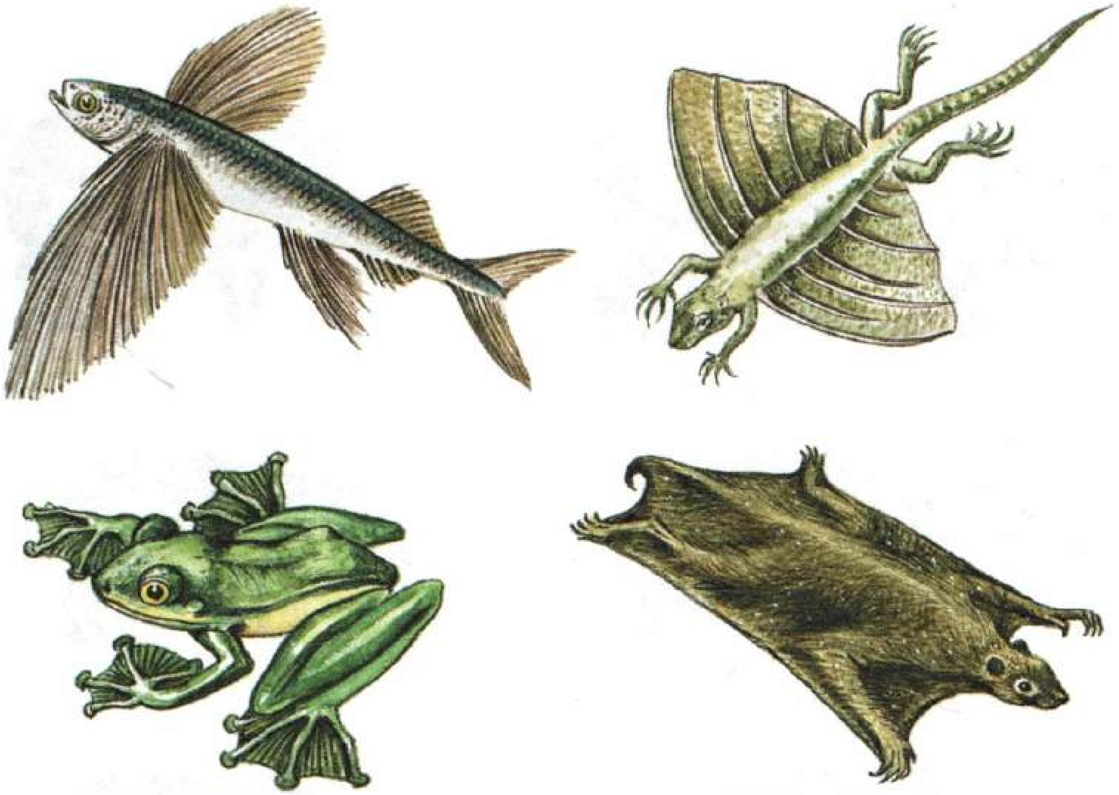
Конвергенция — ырудаш булмаган организмнарда охшаш билгеләргә китергән эволюцион үзгәрешләр (90 нчы рәсем). Якын ырудашлыкта тормаган ике яки берничә төр бер-берсенә һаман да күбрәк охшый бара. Эволюцион үзгәрешләрнең бу тибы тышкы тирәлекнең охшаш шартлары нәтиҗәсе булып тора.

Конвергент үзгәрешләр тирәлекнең бер үк факторлары белән турыдан-туры бәйләнештә торган органнарга гына кагыла. Агач ботакларында тереклек итүче хамелеоннар һәм үрмәләүче агамалар, төрле асотрядларга керсәләр дә, тыштан бик охшашлар. Сумкалыларда һәм плацентар имезүчеләрдә, охшаш тереклек итү нәтиҗәсендә, бер-берсе белән бәйләнештә тормаган хәлдә, төзелешләрендә охшаш билгеләр барлыкка килгән. Европа сукыр тычканы һәм сумкалы сукыр тычкан, сумкалы очкалак һәм очкалак тиен охшашлар. Систематикада хәтта бер-берсеннән бик ерак торган хайваннарның төркемнәрендә конвергент охшашлык күзәтелә. Канат кошларда да, күбәләкләрдә дә бар, ләкин бу органнарның килеп чыгышы аерыла. Беренче очракта алар — үзгәргән очлыклар, икенчесендә — тире җыерчалары.

Дивергенция — эволюцион процессның гомуми тибы, яңа систематик төркемнәр барлыкка килүнең нигезе. Дивергенция (лат. divergantia — аерылу) — аерылучы эволюция. Дивергенция процессы, гадәттә, тармакланган ботаклы эволюция агачы рәвешендә күзаллана (91 нче рәсем). Бу — дивергентлы эволюция, яки радиация образы: уртак төп баба (элгәр организм) ике яки күп санлы формаларга башлангыч биргән, болары үз чиратында күп төрләр һәм ыругларның



89 нчы рәсем. *Африка һәм Көньяк Американың яңгырлы урманнарында таралган имезүчеләрнең тән төзелешләрендәге параллельлек*



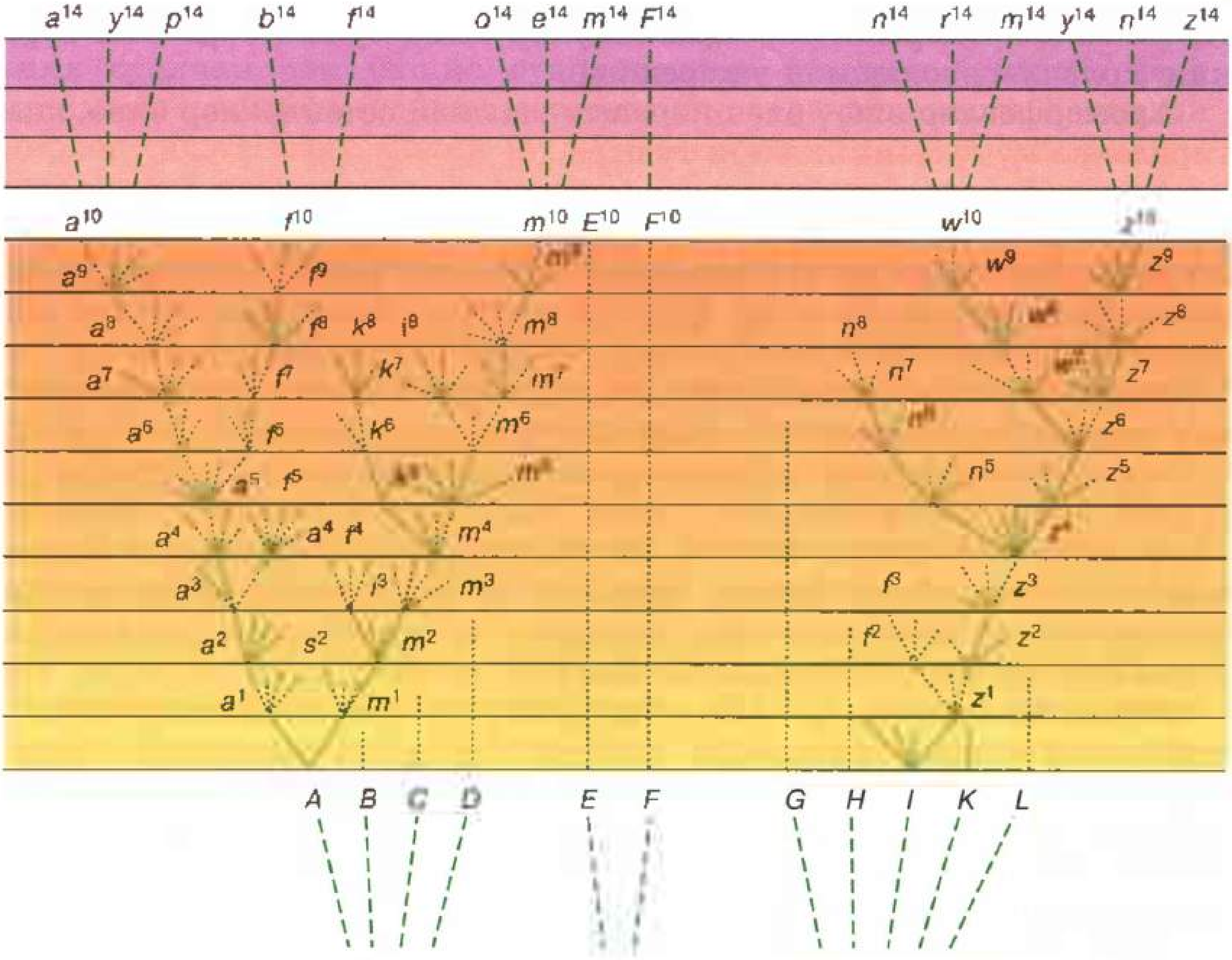
90 нчы рәсем. *Конвергентлы эволюция: умырткалыларда һавада очу җайланмаларының үсеше*

нәсел башлыгы булып киткәннәр. Дивергенция һәрвакыт диярлек яңа тереклек шартларына җайлашуларның киңәя баруын чагылдыра. Имезүчеләр классы төзелешләре, тереклек итү рәвешләре, физиологик һәм үз-үзләрен тотыш адаптацияләре буенча аерылып торган организмнарны берләштергән отрядларга (бөҗәк ашаучыларга, кулканатлылар, ерткычлар, китсыманнар һ.б.га) бүленә.

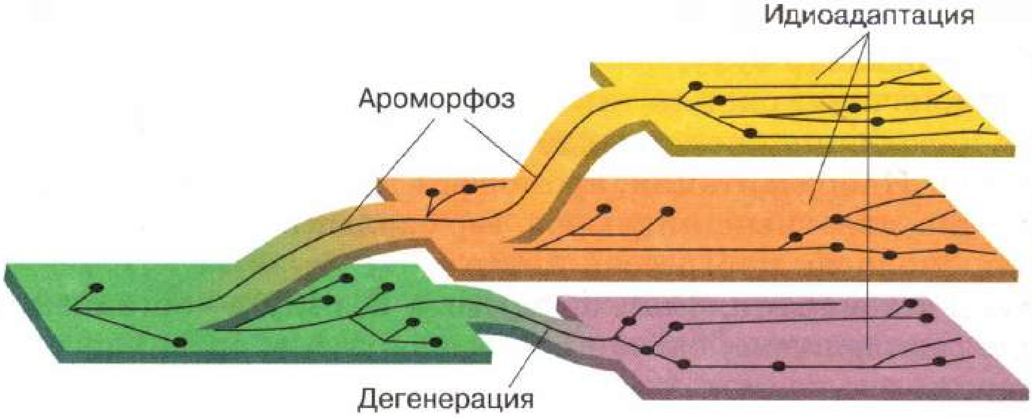
Эволюциянең төп юнәлешләре. Терек табигатьнең үсеше гадидән катлаулыга таба бара һәм прогрессив характерда була. Шул ук вакытта төрләрнең конкрет тереклек шартларына җайлашуы һәм аларның специальләшүе дә тормышка аша.

Органик дөньяның тарихи үсешен аңлау өчен, эволюциянең төп юнәлешләрен аныклау зарур. Эволюция проблемаларын өйрәнүгә атаклы рус галимнәре *А. Н. Северцов* һәм *И. И. Шмальгаузен* үзләреннән зур өлеш кертәләр. Алар эволюциянең төп юнәлешләре *ароморфоз, идиоадаптация* һәм *дегенерация* булуын ачыклыйлар (92 нче рәсем).

Ароморфоз (гр. airomorphosis — форманы күтәрәм) — төзелеш дәрәҗәсенең гомуми югарырак баскычка күтәрелүенә, тереклек эшчәнлегенең интенсивлыгы артуына китергән, ләкин нык чикләнгән



91 нче рәсем. *Формалар дивергенциясе схемасы (Ч. Дарвин рәсеме): A—L —рәтләрнең 11 төре. Горизонталь сызыклар — интерваллар, һәркайсы 1000 буынны күрсәтә. Нокталар билгеле бер вакыт эчендә һәр төрнең торле формалары очравын аңлата; санлы индекслар белән латинча юл хәрефләре — «ачык беленеп торучы» кече төрләр*



92 нче рәсем. *Ароморфоз, идиоадаптация һәм дегенарация арасындагы нисбәтлелекне чагылдырган схема*

тереклек шартларына тар җайлашулар гына булып тормаган зур, киң колачлы эволюцион үзгәрешләр.

Ароморфозлар яшәү өчен көрәштә шактый өстенлекләр бирә, яңа тирәлеккә күчү мөмкинлеген тудыра.

Ароморфозларга хайваннарда терелә́й тудыруны, тән температурасының даимилеген саклау сәләтен, кан әйләнешенең йомык системасы барлыкка килүне, үсемлекләрдә чәчәк, су һәм минераль матдәләр йөрү юллары (сосудлар) системасы, яфракларда газлар алмашуны саклау һәм көйләү сәләтен кертергә мөмкин.

Эволюция процессында ароморфоз юл белән семьялыктан югарырак торган эре систематик төркемнәр барлыкка килә.

Ароморфозлар популяциядә исән калу мөмкинлеген арттырырга һәм үлем-җитемне киметергә булышлык итә. Организмнарның саны арта, ареаллары киңәя, яңа популяцияләр барлыкка килә, яңа төрләрнең формалашуы тизләшә. Болар барысы да ***биологик прогрессның***, яки яшәү өчен көрәштә төрнең (башка систематик берәмлекнең) җиңеп чыгуының асылын аңлата.

Идиоадаптация (гр. idios — үзенә бертөрле һәм лат. adaptatio — җайлашу) — организмнарның билгеле бер яшәү тирәлегенә җайлашуын арттырган тар эволюцион үзгәрешләр. Идиоадаптация, ароморфозның капма-каршысы буларак, организм төзелешенең төп билгеләре үзгәрү, катлаулану һәм тереклек эшчәнлеге интенсивлыгы арту юнәлешендә бармый.

Идиоадаптация мисаллары — хайваннарның саклагыч төсләре яки кайбер балыкларның (камбала, җәен балыгы) су төбендә тереклек итүгә җайлашуы: тән яссылыгы, грунт төсендә булуы, мыекчалар үсү һ.б. Башка мисал — кайбер төр имезүчеләрнең (ярканат, очкалак тиен) очарга җайлашуы.

Үсемлекләрдә идиоадаптация мисаллары — чәчәкнең бөҗәкләр яки җил ярдәмендә читтән серкәләнүенә, орлыклар таралуына күптөрле җайланмалар булу.

Гадәттә, кечкенә систематик төркемнәр — төрләр, ыруглар, семьялыклар — эволюция процессында идиоадаптация юлы белән барлыкка киләләр. Идиоадаптация, ароморфоз кебек үк, төрнең сан ягыннан артуына, ареалның киңәюенә, төр барлыкка килүнең тизләшүенә, ягъни биологик прогресска китерә.

Гомуми дегенерация (лат. degenero — бозылу) — организмнарның төзелеше гадиләшүенә, байтак системалары һәм органнары югалуына китергән эволюцион үзгәрешләр. Дегенерация еш кына утрак яки паразитлык итү рәвешенә күчү белән бәйләнгән. Организмның төзелеше гадиләшү, гадәттә, үзенчәлекле тереклек шартларына җавап итеп, төрле җайланмалар барлыкка килү белән бергә үрелеп бара.

Кеше паразитлары булган дуңгыз тасма суалчанында, киң тасма суалчан һәм башка суалчаннарда эчәклек булмый, нерв системасы зәгыйфь үскән, мөстәкыйль хәрәкәтләнергә бөтенләй диярлек сәләтсезләр. Ләкин шул ук вакытта паразит суалчаннарда хуҗасының эчәклеге стенкаларына ябышып тору өчен имгечләре, эләктергечләре була. Алар шулай ук үрчү органнары көчле үсеш алу һәм гаять үрчемле булулары белән аерылып торалар. Тукранбашта, колмакта һәм башка үсемлекләрдә паразитлык итүче чормавыкның төп органы — яфрак булмый, ә тамырлары урынына сабагында имгечләр була, алар ярдәмендә ул хуҗа үсемлектән туклыклы матдәләрне суыра.

Гомуми дегенерация төрнең күпләп үрчүенә комачауламый. Паразитларның күп кенә төркемнәре, шактый гадиләшүгә дучар ителсәләр дә, күпләп үрчиләр. Димәк, дегенерация дә биологик прогресска китерергә мөмкин икән.

Хәзерге күп төрләр биологик прогресс кичерә. Мәсәлән, әле йөз ел элек үр куянының таралу чикләре төньякта С.-Петербург — Казан сызыгына кадәр, ә көнчыгышка таба Урал елгасына кадәр генә җиткән. Хәзер исә ул төньякта Үзәк Карелиягә һәм көнчыгышта Омскига кадәр таралган. Бүгенге көндә аның 20 гә якын кече төре билгеле.

Табигатьтә ***биологик регресс*** та күзәтелә. Ул биологик прогресска капма-каршы билгеләр: сан ягыннан киму, ареал тараю, төрләр һәм популяцияләр саны киму белән характерлана. Нәтиҗәдә ул еш кына төрләрнең үлеп бетүенә китерә.

Иң борынгы җир-су хайваннарының күп санлы тармакларыннан хәзерге җир-су хайваннары һәм сөйрәлүчеләр барлыкка килүгә китергәннәре генә калган. Борынгы абагасыманнар, үсемлекләр һәм хайваннарның күп кенә башка төркемнәре юкка чыккан.

Кешелек цивилизациясе алга киткән саен, биологик прогресс һәм биологик регрессның сәбәпләре кеше факторына күбрәк бәйле була бара: ул, эволюция процессында тереклек ияләре белән тирәлек арасында урнашкан бәйләнешне өзеп, Җир ландшафтына һаман да зуррак үзгәрешләр кертә.

Кеше эшчәнлеге күп очракта үзе өчен зарарлы кайбер төрләрнең биологик прогрессына, ә үзе өчен кирәкле һәм файдалы булган икенчеләренең биологик регрессына этәргән көчле фактор булып тора. Агулы химикатларга бирешми торган бөҗәкләрнең, дарулар тәэсиренә чыдам авыру кузгатучы микробларның күп кенә төрләре килеп чыгуын, агып җыелган суларда зәңгәрсу-яшел суүсемнәрнең күпләп үрчүен исегезгә төшерегез. Чәчү вакытында кеше, терек табигатькә карата саксызлык күрсәтеп, күп санлы популяцияләрне

бетерә яки аларны аз санлы ясалма популяцияләр белән алмаштыра. Кешенең байтак төрләрне кырып бетерүе аларны биологик регресска китерә, димәк, аларга юкка чыгу куркынычы яный дигән сүз.

Эволюция юлларының нисбәте. Эре систематик төркемнәрнең (мәсәлән, типлар һәм классларның) эволюция юллары бик катлаулы. Еш кына бу төркемнәрнең үсешендә эволюциянең бер юлы икенчесе белән эзлекле рәвештә алмашына. Биологик прогресска ирешүнең без тикшергән юлларыннан теге яки бу систематик төркемне сыйфат ягыннан яңа, югарырак үсеш дәрәҗәсенә күтәргән ароморфозлар бик сирәк була. Ароморфозларга тереклек үсешенең борылыш ноктасы дип карарга мөмкин. Ярашкан морфофизиологик үзгәрешләргә дучар ителгән төркемнәр өчен тышкы тирәлекне үзләштерүдә яңа мөмкинлекләр ачыла.

Һәр ароморфоздан соң күп санлы идиоадаптация күзәтелә, ул барлык булган ресурслардан тулырак файдалануны һәм яңа тирәлекләр үзләштерүне тәэмин итә.

Кошлар һәм имезүчеләр коры җир хайваннары арасында өстенлекне алып торалар. Даими тән температурасы (ароморфоз) аларга бозлык шартларында исән калырга һәм ерак салкын илләргә үтеп керергә мөмкинлек бирә, алга таба эволюция идиоадаптация юлыннан дәвам итә, ул төрле тирәлекләрне үзләштергән яңа төрләр барлыкка килүгә китерә.

Гомуми дегенерация юлыннан үскән систематик төркемнәр дә бар. Үсешнең бу юнәлеше организм даими һәм чагыштырмача беришле тирәлеккә эләккәндә (мәсәлән, паразитлык иткәндә) тормышка аша.

Параллельлек. Конвергенция. Дивергенция. Ароморфоз. Идиоадаптация. Гомуми дегенерация. Биологик прогресс. Биологик регресс.

1. Биологик прогресс һәм биологик регрессның төп характеристикаларын әйтеп бирегез.
2. Эволюцион үзгәрешләрнең төп типларын санап чыгыгыз һәм характеристика бирегез.
3. Эволюциянең төп юнәлешләре нинди?

Бүлекнең кыскача эчтәлеге

Эволюцион идея тереклек ияләренең, вакыт узу белән, акрынлап үзгәрә баруын раслаудан гыйбарәт. Ч. Дарвин эволюциянең төп хәрәкәтләндергеч көчләрен: нәселдәнлек, үзгәрүчәнлек һәм табигый сайланышны ачып бирә.

Нәселдәнлек ул – барлык организмнарның ата-ана билгеләрен саклау һәм токымга күчерү үзлекләре. Үзгәрүчәнлек ул – организмнарның яңа билгеләр булдыру үзлеге. Ч. Дарвин әйтүенчә, тереклек формаларының үзгәрүчәнлеге алар тереклек иткән тирәлек шартлары үзгәрүләренә туры килә.

Файдалы үзлекләрнең булуы организмнарга яшәү өчен көрәштә җиңеп чыгарга булышлык итә. Алар, исән калып, үзләренең файдалы үзлекләрен токымга бирүдә өстенлекле хәлдә булалар. Дарвин бу процессны табигый сайланыш дип атый.

Нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге мутацияләр һәм генетик рекомбинацияләр килеп чыгу аша, ягъни зигота барлыкка килү барышында геннарның өзлексез аралашып тору процессы нәтиҗәсендә, даими саклана.

Микроэволюция – теге яки бу геннарның очрау ешлыгы белән характерланган популяция генофондының юнәлешле үзгәрүчәнлеге ул, дип билгеләр галимнәр. Генофондка кагылган үзгәрешләрне контрольдә тоткан факторлар һәм механизмнарны популяцион генетика өйрәнә.

Табигый сайланыш начаррак җайлашкан генотипларны юкка чыгара, нәтиҗәдә популяцияләр тирәлек шартларына яхшырак җайлаша. Стабильләштерүче сайланыш организмнарның алда булган үзлекләре сакланып калу юнәлешендә бара. Хәрәкәтләндерүче сайланыш организмнарның үзлекләре үзгәрүгә булышлык итә. Дизруптив сайланыш тирәлекнең төрле шартларында яшәүне тәэмин иткән полиморфизмга китерә.

Репродуктив изоляция механизмнары (изоляцияләүче механизмнар) популяцияләр арасында генетик материал белән алмашуны чикли. Репродуктив изоляцияне табигый сайланыш ныгыта.

Яңа төр популяция яки популяция төркемнәре ареалы физик киртәләр (барьерлар) белән бүлгәләнү нәтиҗәсендә барлыкка килергә мөмкин. Яңа төрләр барлыкка килүнең мондый ысулы аллопатрик юл дип атала. Гадәттә, ул элгәр төр ареалының читендә күзәтелә. Төр барлыкка килүнең икенче ысулы симпатрик юл дип атала. Бу очракта тереклек ияләренең бер төркемен икенче төркемнән аерымландырган механизмнар кинәт генотипта хромосомалар аралашуы (мәсәлән, полиплоидия) нәтиҗәсендә килеп чыгарга мөмкин.

Эрерәк систематик төркемнәр, ыруглар, семьялыклар, отрядлар һ.б. барлыкка килү процессы макроэволюция дип атала. Макроэволюция озак вакытлар дәвамында бара һәм шуңа күрә аны турыдан-туры өйрәнеп булмый.

Макроэволюциядә шул ук процесслар: фенотипик үзгәрешләр барлыкка килү, яшәү өчен көрәш, табигый сайланыш, начаррак җайлашкан формаларның үлеп бетүе күзәтелә.

Эволюция процессында эволюцион үзгәрешләрне түбәндәге төп типларга аералар: параллельлек, конвергенция һәм дивергенция. Эволюциянең төп юнәлешләре: ароморфоз, идиоадаптация, дегенерация. Эре систематик төркемнәрнең (мәсәлән, типлар һәм классларның) эволюция юллары бик катлаулы. Бу төркемнәрнең үсешендә еш кына эволюциянең бер юнәлеше икенчесе белән алмашына.

бүлек

6 Селекция һәм биотехнология нигезләре

Бу бүлекне өйрәнеп, сез түбәндәгеләрне белерсез:

- *селекция һәм биотехнологиянең бурычлары турында;*
- *селекциядә һәм биотехнологиядә кулланыла торган методлар турында;*
- *селекция һәм биотехнология казанышлары турында;*
- *селекция һәм биотехнологиянең үсеш перспективалары турында.*

Кеше кыргый хайваннарны кулга иярләштерә һәм үсемлекләрне чәчеп үстерә башлаган вакытны селекциянең башлангычы дип исәпләргә мөмкин. Селекция үсеше организмнарның нәселдәнлегенә һәм үзгәрүчәнлегенә юнәлеш бирүнең тагын да камилрәк методларын куллануга бәйле. Аерым биотехнологик процесслар (икмәк пешерү, шәраб ясау һ.б.) борынгы заманнан бирле билгеле. Ләкин биотехнология иң зур уңышларга XX гасырның икенче яртысында ирешә һәм кешелек цивилизациясе үсеше өчен тагын да зуррак әһәмияткә ия була.

§ 64 Селекция һәм биотехнологиянең төп методлары

1. Ясалма сайланышның табигый сайланыштан аермасы нәрсәдә?
2. Сезгә гибридлашуның нинди төрләре билгеле?
3. Нинди процесс гаметогенез дип атала?
4. Нәрсә ул мутагенез?
5. Нәрсә ул саф линия?

Селекция ул — кешегә кирәкле үсемлекләрнең яңа сортларын, хайваннарның яңа токымнарын һәм микроорганизмнар штаммнарын китереп чыгару һәм булганнарын яхшырту турындагы фән.

Организмнарның (үсемлекләр, хайваннар һәм микроорганизмнарның) кеше тарафыннан китереп чыгарылган популяцияләрен ***сорт, токым*** һәм ***штамм*** дип атыйлар; алар аерым генофондка, нәселдән ныгый килгән морфологик һәм физиологик билгеләргә ия булулары, продуктлылыкның билгеле бер дәрәҗәсе һәм сыйфаты белән характерланалар.

Селекция бурычларына түбәндәгеләр керә:

— үсемлек сортларының, хайван токымнары һәм микроорганизмнар штаммнарының продуктлылыгын арттыру;

— селекция эше объектлары булган үсемлекләр, хайваннар һәм микроорганизмнар күптөрлелеген өйрәнү;

— гибридлашу һәм мутация процессында нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең закончалыкларын анализлау;

— организмнарның билгеләре һәм үзлекләре үсешендә тирәлекнең ролен тикшерү;

— үрчү типлары төрле булган организмнарда кеше өчен файдалы билгеләрнең көчәюенә һәм ныгуына булышлык итүче ясалма сайланыш системаларын булдыру;

— механикалаштырылган сәнәгать ысулы белән үстерергә, үрчетергә һәм җыеп алырга яраклы сортлар, токымнар һәм штаммнар алу.

Селекциянең теоретик нигезен генетика тәшкил итә. Ул шулай ук эволюция теориясе, молекуляр биология, биохимия һәм башка биологик фәннәрнең казанышларын файдалана. Селекция, фәннәр комплексына нигезләнеп, үсемлекләрнең, хайваннар һәм микроорганизмнарның нәселдәнлеген үзгәртү өчен, фәнни ачышлардан файдалана.

Селекциянең төп методлары. Селекция методларына күптән килгән тәртип буенча *сайланыш, гибридлаштыру, мутагенезны* кертәләр. XX гасырның икенче яртысында эксперименталь биологиянең принципиаль яңа методларын — *күзәнәк* һәм *геннар инженериясен* куллана башлыйлар. Бу юнәлеш биологиянең яңа өлкәсе булган биотехнологиянең нигезен тәшкил итә.

Биотехнология ул — микроорганизмнарның югары нәтиҗәле формаларын, үзлекләре алдан билгеләнгән үсемлек һәм хайван күзәнәкләре, тукымалары культураларын алуга корылган биологик процессларны һәм системаларны сәнәгатьтә файдалану.

Фән буларак, селекция нигезендә Ч. Дарвин тарафыннан эшләнгән ясалма сайланыш концепциясе ята. Кеше узган социаль эволюциянең башлангыч этапларында ясалма сайланыш уй-ниятсез үткәрелгән. Кешеләр токым арасыннан иң яхшыларын гына саклап калганнар, ә моны алар, әлбәттә, яхшырак токым яки сорт китереп чыгару нияте белән, аңлап эшләмәгәннәр.

Методик сайланыш вакытында кеше нәсел буынының билгеле бер сыйфатларга ия организмнарын аңлы рәвештә системалы сайлый һәм яңа сорт яки токым китереп чыгарырга омтыла.

Ясалма сайланыш күпләп сайлап алу һәм индивидуаль сайлап алу юллары белән үткәрелә. *Күпләп сайлап алу* очрагында кеше өчен файдалы билгеләргә ия затлар төркемен аерып алалар. Болай сайлаганда, токым генетик яктан бериш була һәм, үрчегәндә, билгеләрнең аерылуына китерә. Шуңа бәйле рәвештә сайланышны берничә буында үткәрәләр.

Индивидуаль сайлап алуда кирәкле сыйфатларга ия аерым затларны гына калдырып, алардан алынган токымны бер-берсеннән аерып үстерәләр. Алга таба, үзеннән серкәләнгәндә, үсемлекләрдә яки якын ырудаш кушылдыруда хайваннарда саф линияләр китереп чыгаралар. *Саф линия* ул — селекция өчен кыйммәтле башлангыч материал булып торган генетик яктан бериш (гомозиготалы) организмнар төркеме.

Нәселдәнлек сыйфатлары ягыннан башлангыч материал никадәр күптөрле булса, сайланыш шулкадәр нәтиҗәле була. Селекция өчен материалның төрлелеген арттыру юлларының берсе — ***гибридлаштыру***. Аның ике төре бар: *якын ырудаш гибридлаштыру*, ул рецессив геннарны гомозигота халәтенә күчерергә мөмкинлек бирә; *ырудаш булмаган гибридлаштыру*, ул төрле затларның кирәкле билгеләре өчен җаваплы геннарны бер организмда туплый.

Якын ырудаш гибридлаштыруда — ***инбридингта*** (ингл. inbreeding; in — эчендә һәм breeding — үрчетү) — организмнарның гомозиготалылык дәрәҗәсе күтәрелә. Күп тапкыр кабатланган инбридинг токымнарның кискен көчсезләнүенә яки бозылуына китерергә мөмкин.

Ырудаш булмаган гибридлаштыру *төр эчендә* булырга мөмкин: бу очракта бер үк төрнең аерым сортларын яки токымнарын кушылдыралар; икенче ысулы — *ерак гибридлаштыру:* монысында төрле төр яки ыруг затларын кушылдыралар.

Төрле линия затларын гибридлаштырганда — ***аутбридингта*** (ингл. out — читтә һәм breeding — үрчетү) — сыйфатлары белән атаана формаларыннан өстен торган гетерозиготалы гибридлар алуга ирешелә. Бу очракта ***гетерозис*** (гр. heteroiosis — үзгәрү, әверелү), ягъни гетерозигота халәтендә зарарлы рецессив аллельләрнең күренмәвеннән килеп чыккан гибрид көче нәтиҗәсе ачыла. Гетерозис нәтиҗәсе кукуруз, кыяр, шикәр чөгендере һәм башка культуралы үсемлекләрнең югары уңыш бирүчән гибридларын алу

93 нче рәсем. *Гибрид кукурузның икенче буынында гетерозисның сүнүе (элгәр формалары билгеләренә ия вак үсемлекләр күбрәк күренә башлый)*

өчен киң кулланыла. Кошчылыкта тавыкларның ит токымнарын линияара гибридлаштыру гетерозиготалы чебешләр — бройлерлар алу мөмкинлеген бирә. Икенче буыннан ук инде гетерозис нәтиҗәсе сүнә (93 нче рәсем).

Организмнарның генетик, морфологик, физиологик һәм башка аерымлыклары аркасында ерак гибридлаштыруда кушылмаучанлыкны җиңүнең махсус методларын кулланалар. Төрара (ыругара) гибридлар еш кына, гаметогенез процесслары бозылу нәтиҗәсендә, үрчемсез булып чыга. Шул ук вакытта ерак гибридлаштыру ачык беленеп торган гетерозис аркасында хуҗалык әһәмиятенә ия формалар килеп чыгуга китерергә мөмкин. Мәсәлән, ат белән ишәкне кушылдырганда, чыдам, көчле һәм озак яшәүчән гибрид — *мул* туа. Шунысы кызык: ана ишәк белән айгырдан туган атта — лошакта — гетерозис нәтиҗәсе бөтенләй булмый.

Бер өркәчле һәм ике өркәчле дөяләр гибридлары — *нарлар* — көчле һәм чыдам булулары белән аерылып торалар. Кырпы һәм чөгә гибриды — *бестер* — кыйммәтле балык булып санала.

Табигый шартларда мутацияле геннар ешлыгы чагыштырмача зур түгел. Организмга төрле мутагеннар (радиация, ультрашәмәхә нурлар, кайбер химик матдәләр) белән тәэсир итеп, мутацияләр санын арттырырга мөмкин. Мутацияләр юнәлешле характерда булмый, ләкин алар селекционерга үзен кызыксындырган билгеләргә ия организмнарны сайлап алырга материал бирә.

Югарыда санап үтелгән традицион селекция методларының организм генотибын үзгәртү буенча табигый чикләүләре бар. Күзәнәк һәм геннар инженериясе методлары исә табигатьтә очрамаучы нәселдәнлек билгеләре комбинацияләрен, шул исәптән яңалары да булган организмнарны китереп чыгаруга мөмкинлекләр ача.

Күзәнәк инженериясе аерым күзәнәкләрне яки тукымаларны ясалма туклыклы тирәлектә үстерүгә нигезләнә. Мондый күзәнәк культурасы кыйммәтле матдәләрне синтезлау, сыйфатлы утырту материалы, күзәнәк гибридлары алу өчен файдаланыла. Күзәнәкләрне гибридлаштыру методының селекциядәге әһәмияте үскәннән-үсә бара. Төрле органнар һәм тукымалардан яки төрле организмнардан күзәнәкләр алып, аларны галимнәр уйлап тапкан махсус алымнар белән бер күзәнәк итеп берләштерсәң, яңа гибрид күзәнәк барлыкка килә. Әлеге гибрид күзәнәкнең үзлекләре үзенең элгәр күзәнәкләреннән нык аерыла. Бу юл белән кешегә кирәкле дару бүлеп чыгарырга сәләтле күзәнәкләр алырга мөмкин.

Геннар инженериясе ул — тере организмнарның бер төреннән кирәкле геннарны еш кына чыгышы белән бик ерак торган икенче төренә максатчан күчерү. Бу, — галимнәр уйлавынча, перспективалы

юнәлеш, ул якын киләчәктә кешегә организмнарның нәселдәнлек сыйфатларын яхшыртырга, чикләнмәгән күләмдә кыйммәтле биологик актив матдәләр алырга мөмкинлек бирәчәк. Шул ук вакытта галимнәр геннар инженериясе өлкәсендә контрольсез эшләрнең кеше өчен зарарлы организмнар килеп чыгуына китерү куркынычы барлыгын да искәртәләр.

Селекция. Сорт. Токым. Штамм. Гибридлаштыру: якын ырудаш (инбридинг), ырудаш булмаган, ерак гибридлаштыру. Аутбридинг. Гетерозис. Биотехнология. Күзәнәк инженериясе. Геннар инженериясе.

1. Селекция нинди бурычларны чишә?
2. Методик сайланышның уй-ниятсез үткәрелгән сайланыштан аермасы нәрсәдә?
3. Күпләп сайлап алуның индивидуаль сайлап алудан аермасы нәрсәдә?
4. Ырудаш булмаган гибридлаштыруда гетерозис күренеше нәрсә белән аңлатыла?
5. Ни өчен төрара гибридлар, кагыйдә буларак, стериль?
6. Нәрсә ул биотехнология?
7. Ни өчен күзәнәк һәм геннар инженериясе селекциядә һәм биотехнологиядә перспективалы санала?

§ 65 Үсемлекләр селекциясе методлары

1. **Генетик яктан караганда үзлегеннән һәм читтән серкәләнү арасында нинди аерма бар?**
2. **Нәрсә ул полиплоидия?**
3. **Ни өчен күпчелек культуралы үсемлекләр вегетатив юл белән үрчи?**

Культуралы үсемлекләрнең килеп чыгу үзәкләре. Селекция эшенең төп уңышы шактый дәрәҗәдә элгәр материалның генетик күптөрлелегенә бәйле. Селекционерлар үз эшләрендә кыргый һәм культуралы үсемлекләрнең бөтен төрләреннән файдаланырга тырышалар. Үсемлекләр селекциясендә планетабыз флорасының барлык төрләре байлыгын файдалану зарурлыгын атаклы генетик һәм селекционер *Николай Иванович Вавилов* күрсәтә. Аның җитәкчелегендә, культуралы үсемлекләр, аларның кыргый бабалары һәм ырудашлары үрнәкләрен җыю өчен, Җир йөзенең

барлык регионнарына фәнни экспедицияләр оештырыла. Экспедиция барышында үсемлекләрнең төрле төрләре һәм сортларының 160 меңнән артык үрнәге җыела. Хәзерге вакытта бу уникаль коллекция Бөтенроссия үсемлекчелек институтында саклана һәм селекционерлар тарафыннан аларның практик эшләрендә файдаланыла. Мәсәлән, киң таралган көзге бодай сорты Безостая-1 Н. И. Вавилов коллекциясеннән Аргентина бодайларын безнең ил сортлары белән гибридлаштырып табыла.

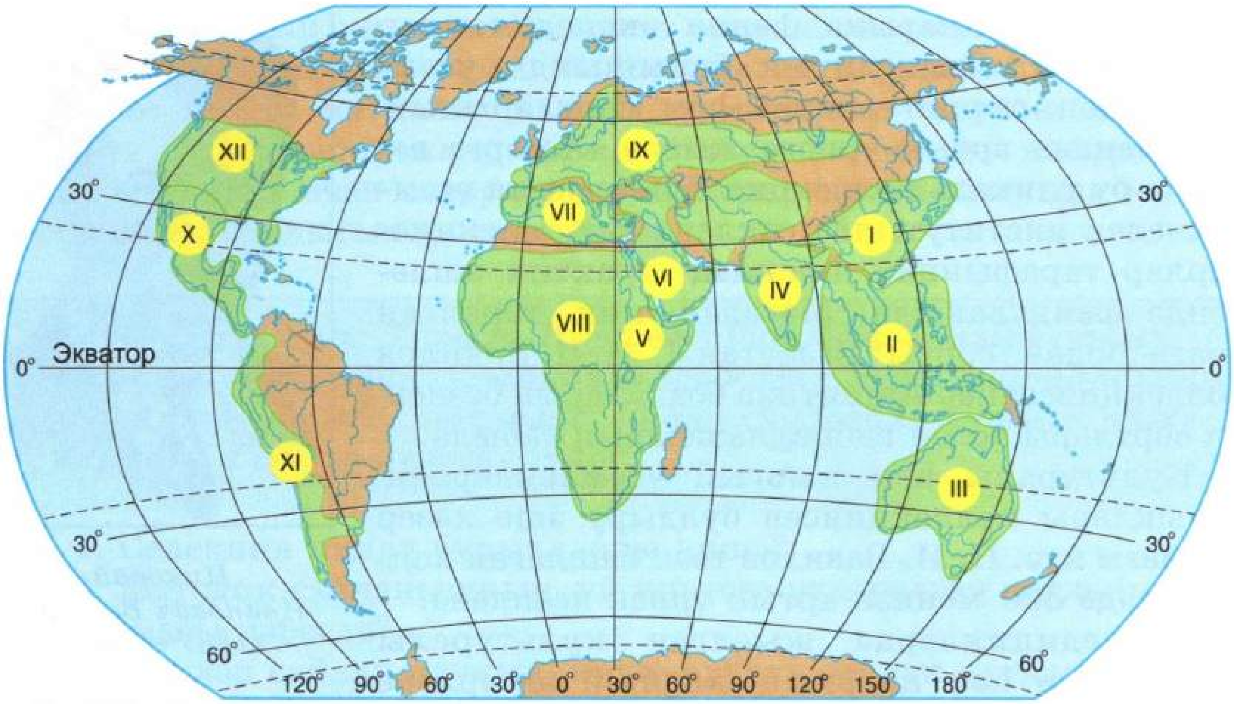
Николай Иванович Вавилов (1887—1943)

Культуралы һәм кыргый үсемлекләрнең орлыклары коллекциясен булдыру эше хәзер дә дәвам итә. Н. И. Вавилов төзи башлаган коллекциядә 320 меңнән артык үрнәк исәпләнә.

Экспедицияләрдә җыелган культуралы үсемлекләр һәм аларның кыргый элгәрләре үрнәкләрен анализлау Вавиловка ул вакытта культуралы үсемлекләрнең кече төрләре һәм формалары таралуның географик закончалыкларын ачыкларга, шулай ук үсемлекләрнең кыргый төрләрен культурага керткән борынгы игенчелек үзәкләрен ачарга булышлык итә. Н. И. Вавилов культуралы үсемлекләрнең килеп чыгуында 7 үзәкне аерып күрсәтә: 1) *Көнчыгыш Азия* — соя, тары, карабодай, шулай ук алмагач, слива, торма һәм башка күп кенә җиләк-җимеш, яшелчә культураларының туган җире; 2) *Тропик Көньяк Азия* — дөге, шикәр камышы, цитруслар, баклажан, кыяр һ.б. яшелчә культураларының туган җире; 3) *Көньяк-Көнбатыш Азия* — бодай, арыш, кузаклы культуралар, җитен, киндер, кишер, виноград, кавын һ.б.ның туган җире; 4) *Урта диңгез буе* — кәбестә, чөгендер, зәйтүннең туган җире; 5) *Абиссина* — каты бодай, сорго, банан, кофе, карбызның туган җире; 6) *Үзәк Америка* — кукуруз, какао, кабак, тәмәке, мамык үсемлегенең туган җире; 7) *Көньяк Америка* — бәрәңге, ананас, хина агачының туган җире.

Галимнәрнең аннан соңгы тикшеренүләре тагын биш үзәк — *Алгы Азия, Австралия, Африка, Европа-Себер* һәм *Төньяк Америка* үзәкләренең ачылуына китерде (94 нче рәсем).

Нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең гомологик рәтләре законы. Н. И. Вавилов, үсемлекләр күптөрлелеген озак еллар өйрәнү нәтиҗәсендә, практик селекция өчен дә, эволюция теориясе өчен дә мөһим әһәмияткә ия төп гомумиләштерүләрне ясый. Бу гомумиләштерүләрне ул ***нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең гомологик рәтләре законы*** рәвешендә формалаштыра: *«Генетик яктан якын*



94 нче рәсем. *Культуралы үсемлекләрнең килеп чыгу үзәкләре: I — Көнчыгыш Азия, II — Көньяк Азия, III — Австралия, IV — Көньяк-Көнбатыш Азия, V — Абиссиния, VI — Алгы Азия, VII — Урта диңгез буе, VIII — Африка, IX — Европа-Себер, X — Үзәк Америка, XI — Көньяк Америка, XII — Төньяк Америка*

төрләр һәм ыруглар нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең охшаш рәтләре булып шундый төгәллек белән характерлана ки, хәтта бер төр эчендәге формаларны белгән хәлдә, башка төрләрдә һәм ыругларда параллель формалар булуын алдан күреп була. Гомуми системада ыруглар һәм төрләр генетик яктан никадәр якын торсалар, аларның үзгәрүчәнлекләре рәтендә охшашлык шулкадәр тулырак була. Үсемлекләрнең тулы бер семьялыклары, гомумән алганда, семьялыкны тәшкил иткән барлык ыруглар һәм төрләр аша узган үзгәрүчәнлекнең аерым бер циклы белән характерлана».

Н. И. Вавилов кыяклылар мисалында охшаш билгеләрнең шул семьялыкның төрле төрләрендә күзәтелүен күрсәтә. Мәсәлән, бодайда, арпа, солы һәм кукурузда орлыкларның (бөртекчәләрнең) ак, кызыл һәм кара төстәгеләре, элпәсез һәм элпәлеләре була, озын һәм кыска кылчыклы, кылчыксыз һәм кылчык урынына кабарынкы башаклар очрый. Аннан соңгы күзәтүләр барышында бу законның үсемлекләргә генә түгел, хайваннар һәм микроорганизмнарга да туры килүе ачыклана. Мәсәлән, альбинизм умырткалы хайваннарның барлык классларында очрый, кыска бармаклар мөгезле эре терлекләрнең, сарык һәм этләрнең бөтен токымнарында күзәтелә.

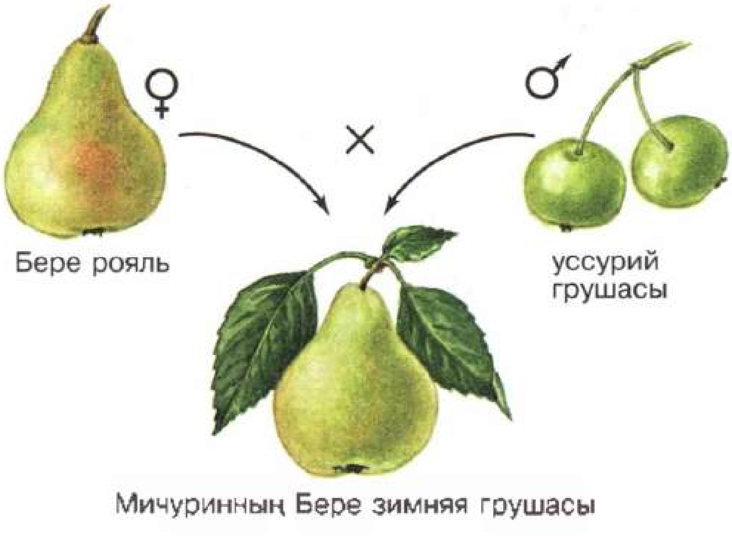
Үсемлекләр селекциясенең төп методлары. Селекция эшләре үткәргәндә, үсемлекләрнең биологик үзенчәлекләре алар белән инбридинг, полиплоидия, ясалма мутагенез, ерак гибридлаштыру һәм башка методлардан файдаланырга мөмкинлек бирә.

Сайланыш һәм гибридлаштыру — үсемлекләр селекциясенең төп һәм традицион методлары. Селекционер, *күпләп* һәм *индивидуаль сайлап алуны* кулланып, яңаны китереп чыгармый, ә бәлки әлегә кадәр популяциядә булган файдалы сыйфатларга ия үсемлекләрне генә аера. Бу метод белән күп сортлар, шул исәптән халык селекциясе сортлары дип йөртелгәннәре дә, мәсәлән, үзенең сыйфаты белән танылган сорт — Антоновка алмасы китереп чыгарылган.

Алдан билгеләнгән сыйфатлар белән үсемлек сортларын булдыру өчен, махсус максатчан эш алып барыла — башлангыч материал сайлап алына, *гибридлаштыру* һәм аннары гибридлар арасыннан *сайлап алу* үткәрелә.

Гибридлаштыру һәм соңыннан сайлап алу методларын кулланып, селекционерлар бодай, арыш, көнбагыш, яшелчә, җиләк-җимеш культураларының югары уңыш бирә торган кыйммәтле сортларын китереп чыгардылар.

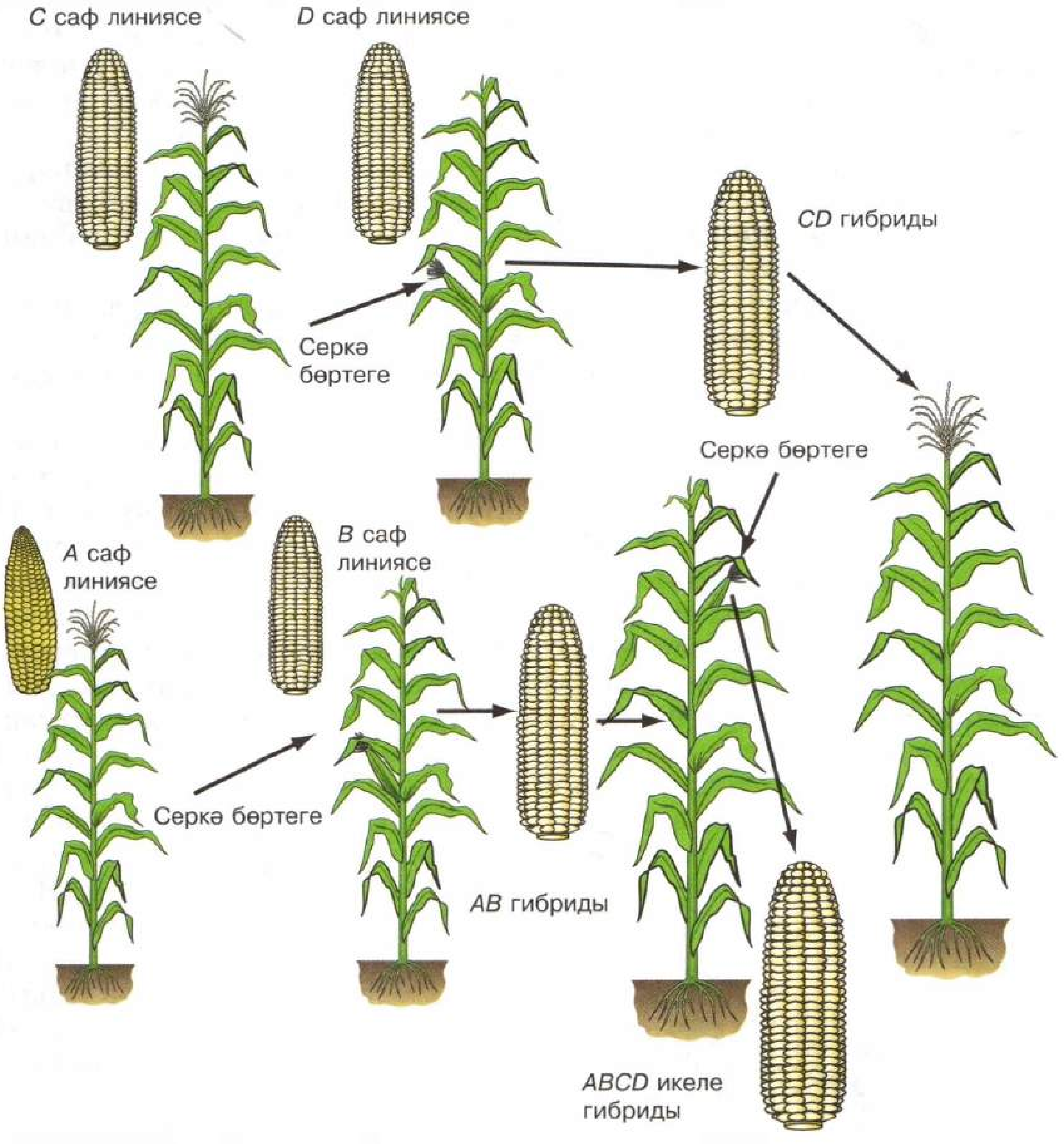
Селекция теориясен һәм практикасын үстерүгә галим-селекционер *Иван Владимирович Мичурин* (1855—1935) үзеннән зур өлеш кертә. Ул җиләк-җимеш культураларының 300 гә якын яңа сортларын китереп чыгара. Үз эшендә ул географик ерак формаларны кушылдыруны киң куллана. Мәсәлән, грушаның Бере рояль дигән француз сорты белән кыргый уссурий грушасын кушып һәм чәчкеннәрне Россиянең урта полосасы шартларында үстереп, тәме һәм кышкы чыдамлыгы белән аерылып торган Бере зимняя сортын китереп чыгара (95 нче рәсем). И. В. Мичурин тәкъдим иткән



95 нче рәсем. *Мичуринның Бере зимняя сортын чыгару схемасы*

методлар әле хәзер дә селекционерлар тарафыннан киң кулланыла.

Үсемлекләр селекциясендә *гетерозис* күренеше киң кулланыла. Башта бер-берсеннән аерылып торган саф линияләр рәтен китереп чыгаралар, аннары *линиара кушылдыру* үткәрәләр. Гетерозис нәтиҗәсе үзен ачыграк белгерткән линияләрне генә гибрид орлык алу



96 нчы рәсем. *Кукурузның гибрид формаларын табу өчен, гетерозис нәтиҗәлелегеннән файдалану*

97 нче рәсем. *Арышның диплоидлы (сулда) һәм тетраплоидлы (уңда) сортларының орлыклары*

өчен файдаланалар. Бу методика кукуруздан, кыяр, томат һәм башка культуралардан мул уңыш алу өчен кулланыла (96 нчы рәсем).

Полиплоидияне (хромосомаларның саны кабатлы арту) бодай, солы, бәрәңге, мамык үсемлеге, җиләк-җимеш, декоратив һәм башка культуралар сортларын барлыкка китерүдә күптән файдаланганнар. Полиплоидлы үсемлекләр популяцияләрдә табигый мутацияләр нәтиҗәсендә очраклы гына күренә башлаганнар. Хәзерге вакытта, үсемлекләргә күзәнәкнең бүленү орчыгын бозган төрле мутагеннар (башлыча колхицин) белән тәэсир итеп, полиплоидларны ясалма китереп чыгару методларын кулланалар. Шул рәвешле, диплоидлылардан ($2n$) тетраплоидлы ($4n$) формаларны алып була. Аларның күбесе перспективасыз, ләкин кайбер формалары гибридлаштыру һәм сайлап алу өчен яхшы материал булып санала. Полиплоидлы үсемлекләр зур булулары, югары уңыш бирүчәнлекләре һәм органик матдәләрне активрак синтезлаулары белән аерылып торалар. Полиплоидия методыннан файдалану селекционерларга шикәр чөгендере, арыш, карабодай, фасоль һәм башка культураларның кыйммәтле сортларын китереп чыгарырга мөмкинлек бирде (97 нче рәсем).

Ерак гибридлаштыру төрле төр һәм хәтта ыруг үсемлекләренә хас билгеләрне бер организмда берләштерү мөмкинлеген бирә. Элгәрләре кушылмау һәм гибридлары үрчемсез булу аркасында, андый формаларны алу бик катлаулы. Гибридларның стерильлеге геномда төрле хромосомаларның булуы һәм аларның мейозда конъюгацияләнмәвенә бәйле. Танылган генетик Георгий Дмитриевич Карпеченко 1924 елда ук инде, ерак гибридларның үрчемлелеген кабат кайтару өчен, торма һәм кәбестә гибридларында эшләп, полиплоидия методыннан файдаланырга тәкъдим итә.

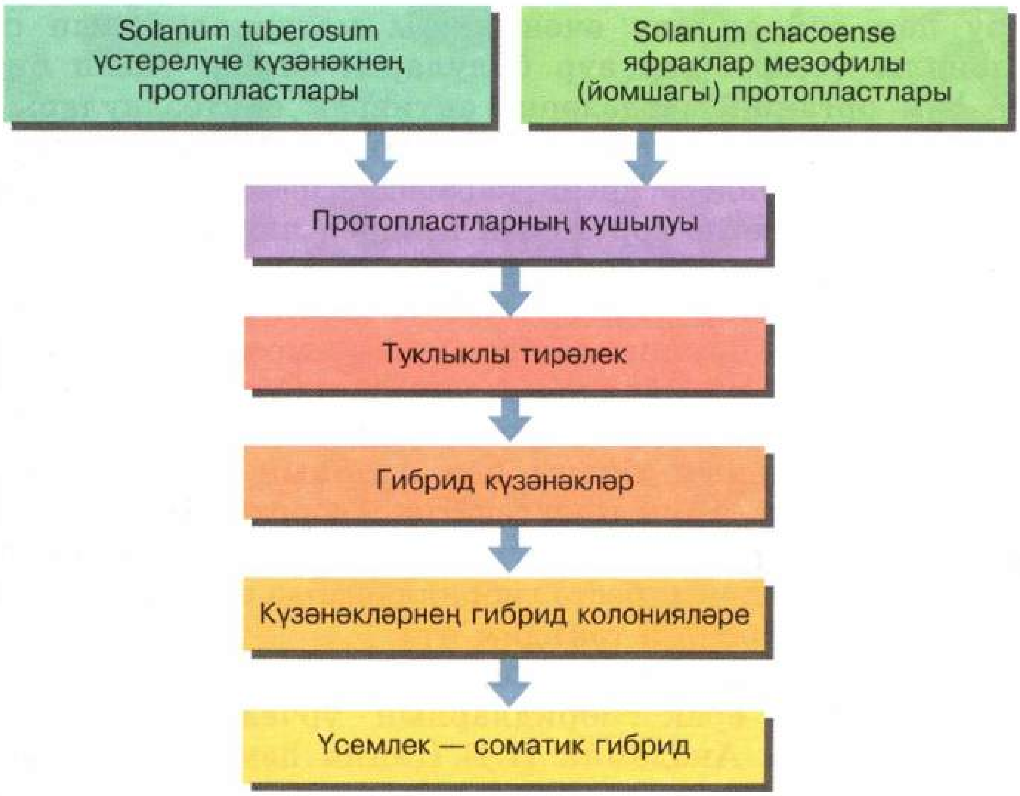
Ерак гибридлаштыруны соңыннан полиплоидлы формалар алу белән бергә үткәрү ерак гибридларның үрчемсезлеген бетерергә мөмкинлек тудыра. Академик Н. В. Цицин һәм аның хезмәттәшләренең озак елларга сузылган тикшеренүләре нәтиҗәсендә күпьеллык бодай-сарут гибридлары алына. Бодайның (югары сыйфатлы

икмәк оны ясау өчен файдаланыла) һәм арышның (алыштыргысыз аминокислотага — лизинга бай, шулай ук ярлы комлы туфракта үсә ала) күп сыйфатларын берләштергән *тритикалены* түбәндәге схема буенча китереп чыгарганнар:

P: бодай ($2n = 42$) × арыш ($2n = 14$)
G: $n = 21$ $n = 7$
F_1 $2n = 28$ (барысы да парсыз)
G: Мейоз бозылган, гибрид стериль, нормаль гаметалар юк. Колхицин белән эшкәртү хромосомалар санын икеләтә артуга китерә.
F_1: (колхицинланган): $2n = 56$
G: $n = 28$
$F_2, F_3, ..., F_n$: $2n = 56$ (тритикале)

Андый гибридларның күзәнәкләре ике үсемлектән дә хромосомаларның диплоидлы җыелмасын ала, шуңа күрә аларның хромосомалары бер-берсе белән конъюгацияләнә һәм мейоз нормаль уза.

Ерак гибридлаштыруны соңыннан полиплоидлы формалар алу белән кушып үткәрү методы ярдәмендә бәрәңге, тәмәке һәм башка культураларның яңа перспективалы сортлары китереп чыгарыла.



98 нче рәсем. *Бәрәңгенең соматик гибридын табуның гадиләштерелгән схемасы*

Мамык үсемлегенең яхшы сортлары да ерак гибридлаштыру һәм *радиацион мутагенез* методлары белән табыла. Кукуруз, бодай, дөге, солы, көнбагышның күп кенә яңа сортларын табуның нигезендә *химик мутагенез* ята.

Күзәнәк инженериясе методлары. Селекционерлар, үсемлекләрнең яңа сортларын табу өчен, күзәнәк инженериясе методларыннан торган саен киңрәк файдалана башлыйлар. Мисал итеп бәрәңгенең культуралаштырылган Solanum tuberosum һәм кыргый Solanum chacoense дигән ике төрен соматик гибридлаштыру буенча үткәрелгән эшне китерергә мөмкин (98 нче рәсем). Гибридлаштыру өчен, ***протопластлар*** (гр. protos — беренче һәм гр. plastos — әвәләп ясалган, барлыкка килгән) — бөтенләй тышчасыз һәм цитоплазма белән төрле органоидларны аерып торган мембранасы гына булган күзәнәкләр файдаланылган.

Алынган соматик гибрид, элгәр (ата-ана) формалары белән чагыштырганда, яфрак формасы, бүлбеләренең зурлыгы буенча арадаш характеристикага ия, ләкин сабаклары биек һәм көчлерәк булуы белән аерылып тора, шул сәбәпле аны алга таба практик селекция эшендә файдаланалар (99 нчы рәсем).

99 нчы рәсем. *Бәрәңгенең элгәр (ата-ана) үсемлекләре S. tuberosum (А) һәм S. chacoense (Б) һәм аларның соматик гибриды (В)*

Тукыма культурасын вегетатив үрчетү методы, үсемлекләрнең яңа перспективалы сортларын тиз үрчетү максатында, селекциядә киң кулланыла.

Илебезнең төрле регионнарында үсемлекләрнең яңа сортларын чыгару һәм районлаштыру буенча эшләүче фәнни-тикшеренү институтлары һәм селекция станцияләре булдырылды. Бу эш авыл хуҗалыгы культураларының уңышын арттыруда һәм халыкны азык-төлек белән тәэмин итүдә гаять зур әһәмияткә ия.

Культуралы үсемлекләрнең килеп чыгу үзәкләре.
Нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең гомологик рәтләре законы.
Протопласт.

1. Үсемлекләр селекциясендә нинди методлардан файдаланалар?
2. Нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең гомологик рәтләре законын ачуның селекция өчен нинди әһәмияте бар?
3. Ни өчен линияара гибридлар вегетатив үрчегәндә кыйммәтле билгеләрне саклыйлар, ә орлыктан үрчегәндә югалталар?
4. Ни өчен селекционерлар полиплоидлы үсемлекләрне китереп чыгарырга омтылалар?
5. Төрара (ыругара) гибридларның стерильлеген бетерергә нинди методика мөмкинлек бирә?

§ 66 Хайваннар селекциясе методлары

1. **Нәрсә ул гетерозис?**
2. **Гибридлашуның сез нинди төрләрен беләсез?**
3. **Якын ырудаш кушылдыруның куркыныч ягы нәрсәдә?**

Хайваннар селекциясенең төп методлары. Хайваннар селекциясе методлары үсемлекләрнекеннән аерылмый, ләкин аларны кулланганда селекционерларга хайваннар өчен характерлы байтак үзенчәлекләрне исәпкә алырга туры килә. Хайваннар җенси юл белән генә үрчиләр, ә үрчемдә затлар саны күп булмый. Шуңа бәйле рәвештә, кушылдыру өчен сайлаганда, нәсел үрчеткечләрдә рецессив нәселдәнлек билгеләрен (мәсәлән, сөт майлылыгы яки йомырка салучанлык) ачыклау — селекционер бурычы. Шуңа күрә хайваннарга бәяне нәсел башлыклары һәм алардан туган токымның сыйфаты буенча бирү шактый әһәмияткә ия. Бигрәк тә экстерьерны, ягъни хайванның тышкы билгеләре җыелмасын исәпкә алу кирәк.

Хайваннарны кулга ияләштерү, яки *йортлаштыру,* 10 мең елдан элегрәк башланган. Аның үзәкләре, нигездә, культуралы үсемлекләр күптөрлелеге һәм килеп чыгу үзәкләре белән туры килә. Йортлаштыру, стабильләштерүче сайланыш тәэсирен көчсезләндергәнлектән, хайваннарда үзгәрүчәнлек дәрәҗәсенең кискен артуына булышлык итә. Кеше башта уй-ниятсез генә, ә аннары максатчан рәвештә конкрет табигать һәм икътисад шартларында хуҗалык ягыннан мөһим билгеле бер сыйфатларга ия хайваннарны сайлап ала. Хайваннарның яңа токымнарын чыгару буенча күп буыннар туплаган тәҗрибәне анализлау, гомумиләштерү хайваннар селекциясенең методларын һәм кагыйдәләрен эшләргә, аны фән буларак формалаштырырга мөмкинлек бирә.

Хайваннар селекциясенең төп юнәлешләренә түбәндәгеләрне кертәләр:

— токымнарның югары продуктлылыгы белән аларның конкрет табигый зоналардагы тирәлек шартларына җайлашучанлыклары туры килү;

— хайваннарның продуктлылыгын билгеләүче сыйфат күрсәткечләрен яхшырту (сөтнең майлылыгы, ит хайваннарының ите, мае һәм сөякләре нисбәте, мех һәм йон сыйфаты һ.б.);

— икътисади чыгымнарны киметерлек интенсив типтагы токымнар чыгару;

— авыруларга бирешмәүчәнлекне күтәрү һ.б.

Гибридлаштыру һәм *индивидуаль сайланыш* — хайваннар селекциясенең төп методлары. Үрчемдә затларның саны аз булганлыктан, күпләп сайлап алу бөтенләй кулланылмый.

Хайваннар селекциясендә гибридлаштыруның ике төрен: ырудаш (инбридинг) һәм ырудаш булмаган (аутбридинг) төрләрне кулланалар.

Бер нәсел хайваннарын кушылдыру, ягъни ырудаш кушылдыру, токымның гомозиготалылыгына китерә, һәм бу еш кына хайванның көчсезләнүе, уңайсыз тирәлек шартларына чыдамлыгы кимү, үрчемлелек сәләте начараю һ.б. белән бергә бара. Шулай да хайваннар селекциясендә инбридингны токымда хуҗалык өчен әһәмиятле билгеләрне саклап калу һәм ныгыту максатында кулланалар. Кагыйдә буларак, ырудаш кушылдыру бер токым эчендә берничә линиядә үткәрелә. Инбридингның тискәре нәтиҗәләрен бетерү өчен, төрле линияләр яки хәтта төрле токымнар арасында ырудаш булмаган кушылдыру үткәрәләр. Мондый кушылдыруда сайлап алу зур төгәллек таләп итә, бу исә токымның кыйммәтле сыйфатларын көчәйтергә һәм саклап калырга мөмкинлек бирә.

Ырудаш һәм ырудаш булмаган кушылдыруларны бергә аралаштыру селекционерлар тарафыннан хайваннарның яңа токымнарын чыгару өчен киң кулланыла. Мәсәлән, танылган селекционер М. Ф. Иванов, бу методтан файдаланып, дуңгызларның продуктлылыгы югары Белая степная украинская токымын, сарыкларның Асканийская рамбулье токымын һ.б.ны китереп чыгара.

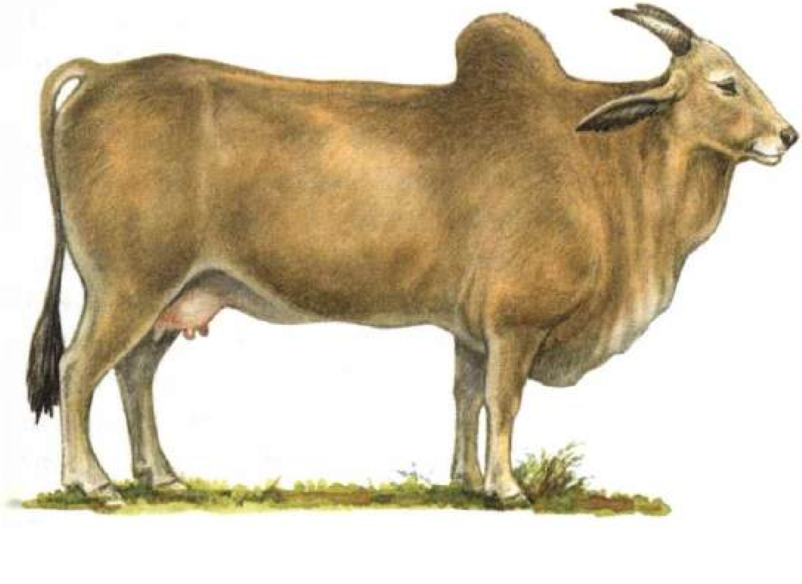
Хайваннар селекциясендә *гетерозис* күренеше мөһим юнәлеш булып санала. Бу юнәлеш бигрәк тә кошчылыкта, мәсәлән, бройлер чебешләрен китереп чыгаруда киң кулланыла.

Партеногенез юл белән үрчүче тут ефәк күбәләгенең полиплоидлы гибридларын генетик Б. Л. Астауров китереп чыгаруын исәпләмәгәндә, хайваннар селекциясендә полиплоидия методы бөтенләй кулланылмый.

Белгәнегезчә, ат белән ишәкнең (мул), бер өркәчле һәм ике өркәчле дөяләрнең (нар), як белән мөгезле эре терлек һ.б.ның төрара гибридларын кеше борын заманнан бирле файдалана. Бу гибридлар үзләрен тудырган затлардан шактый чыдамрак.

Кайбер очракларда йорт хайваннарын кыргый бабалары белән *ерак гибридлаштыру* үрчемле токым бирә һәм аны селекциядә файдаланып була. Мәсәлән, нечкә йонлы меринос сарыгын кыргый архар тәкәсе белән кушылдыру нәтиҗәсендә, ел әйләнәсе тау көтүлекләрендә йөри алган нечкә йонлы архаромеринос табыла. Мөгезле эре терлекне өркәчле зебу белән кушылдырып, сөт терлекләренең кыйммәтле төркеме китереп чыгарыла (100 нче рәсем).

Хайваннар селекциясендә, югарыда тасвирланган методлардан тыш, *ясалма орлыкландыру* (яхшы нәселле үрчеткечләрдән алынган сперманы ана терлекнең җенес юлларына кертеп, аны аталандыру)

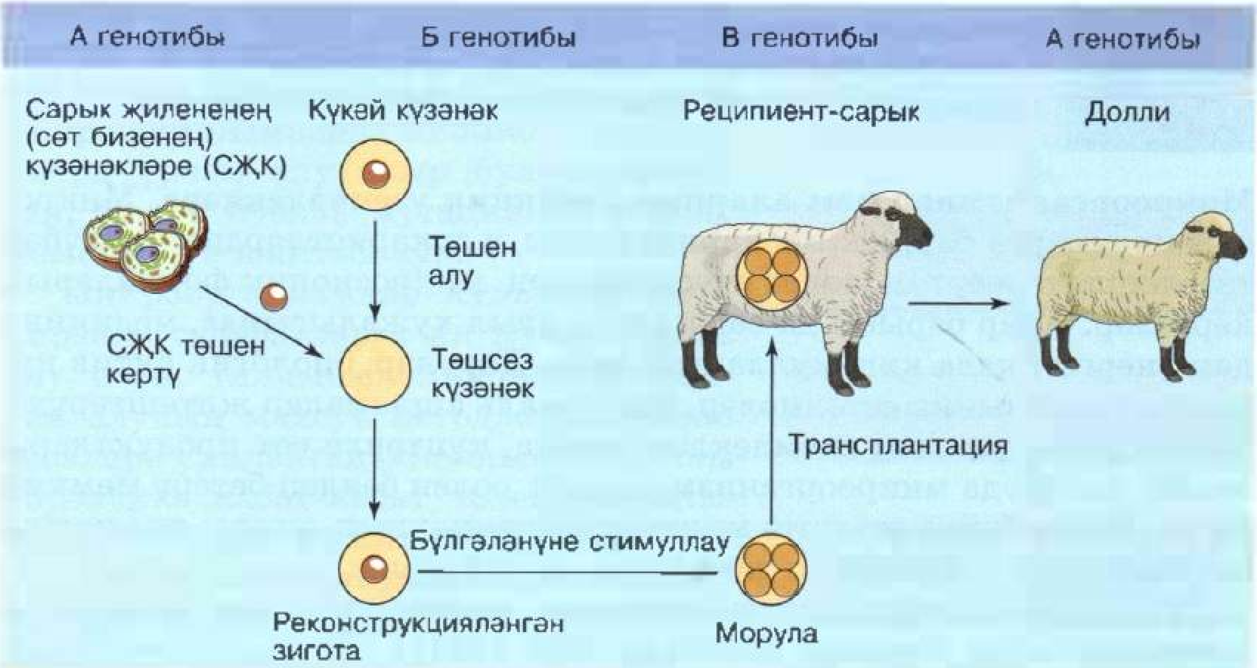


100 нче рәсем. *Зебу*

һәм ***полиэмбриония*** (яхшы нәселле токымның бер зиготасыннан ясалма рәвештә берничә яралгы үстереп, токымсыз хайваннарның аналыгына кертү) кулланыла. Бу методлар нәселле үрчеткечләрдән токым алу тизлеген берничә тапкыр арттырырга мөмкинлек бирә.

Күзәнәк инженериясе методлары. Күзәнәк инженериясе уңышлары хайваннар селекциясендә яңа мөмкинлекләр ачарга мөмкин. 1997 елда Англиядә сарыкны ***генетик клонлау*** буенча үткәрелгән уңышлы экспериментлар турында хәбәр бөтен фәнни җәмәгатьчелекне кузгатты. Экспериментлар өчен олы сарыкның сөт бизе тукымасыннан алынган соматик күзәнәкләрнең төшләрен файдаланганнар. Күкәй күзәнәкнең төшен алганнар һәм аның урынына соматик күзәнәк төшен урнаштырганнар. Барлыкка килгән диплоидлы зиготаны электрошок белән бүлгәләнергә мәҗбүр иткәннәр һәм реципиент-сарыкка күчереп утыртканнар. 148 көннән «үги» ана бәрәнләгән, аңа Долли дип исем кушканнар (101 нче рәсем).

Англия галимнәренең ачышы имезүчеләрдә олы организмның соматик күзәнәкләре олы зат өчен характерлы барлык билгеләр турында тулы информация бирергә сәләтле булуын күрсәтте. Димәк, галимнәр уйлавынча, продуктлылыклары буенча дан тоткан рекордчы хайваннарның күп санлы генетик күчермәләрен үрчетү мөмкинлеге туа. Ләкин Доллины күзәтеп тору барышында аның бик тиз картаюын күргәннәр. Ул олы сарык зурлыгына җиткәндә, аның



101 нче рәсем. *Сарыкны генетик клонлау схемасы*

физиологик халәте инде карт сарыкныкы кебек була. Бу — хайваннарны клонлауның максатка ярашлы булуына шик тудыра.

Полиэмбриония. Генетик клонлау.

1. Хайваннар селекциясенең үзенчәлекләре нәрсәгә бәйле?
2. Ни өчен хайваннар селекциясендә күпләп сайлап алу бөтенләй кулланылмый?
3. Ни өчен хайваннарның яңа токымнарын китереп чыгарганда, гадәттә, ырудаш һәм ырудаш булмаган гибридлаштыру методларын аралаштырып үткәрәләр?
4. Бройлер чебешләрен алу өчен, нинди методтан файдаланалар? Ул нәрсәгә нигезләнгән?
5. Ни өчен Долли бәрәне дөньяга килүне биологик яктан карагандa мөһим вакыйга дип кабул итәргә мөмкин, ләкин хайваннар селекциясендә перспективалы юнәлеш дип әйтеп булмый?

Хайваннарны клонлау мөмкинлекләре проблемасы турында биологик, хуҗалык һәм этик караштан чыгып фикер алышыгыз.

§ 67 Микроорганизмнар селекциясе

1. Микроорганизмнарга нинди организмнар керә?
2. Микроорганизмнарга нинди үрчү ысуллары хас?
3. Кеше тормышында микроорганизмнарның роле нинди?

Микроорганизмнар һәм аларның селекция үзенчәлекләре. Микроорганизмнарга барлык прокариотларны, ә эукариотлардан иң түбән төзелешлеләрне, гөмбә һәм суүсемнәрнең микроскопик формаларын кертәләр. Алар барысы да сәнәгатьтә, авыл хуҗалыгында, медицина һәм энергетикада киң кулланыш таба. Дарулар, биологик актив кушылмалар, азыкка өстәлмәләр, бактериаль ашламалар җитештерүдә, икмәк пешерүдә һәм эчемлекләр ясауда, күптөрле сөт продуктлары эшләп чыгаруда микроорганизмнарның ролен бәяләп бетерү мөмкин түгел. Шуңа бәйле рәвештә микроорганизмнарның югары продуктив штаммнарын табу буенча даими эш алып барыла.

Микроорганизмнар селекциясенең үсемлекләр һәм хайваннар селекциясеннән аермалы үзенчәлекләре байтак. Кечкенә генә урында туклыклы тирәлеге булган махсус аппаратларда кыска гына вакыт эчендә миллиардлаган микроорганизм үстереп була. Микро-

организмнар селекциясендә мутация процессын югары төзелешле организмнардагыга караганда нәтиҗәлерәк файдаланырга мөмкин, чөнки күпчелек микроорганизмнарның геномы гаплоидлы, бу исә инде беренче буында ук теләсә нинди мутацияне ачарга мөмкинлек бирә.

Микроорганизмнар селекциясе методлары. Алар югары төзелешле эукариотлар селекциясе методларыннан шактый аерыла. Соңгы вакытка кадәр микроорганизмнарның югары продуктив штаммнарын табуның төп методлары: *ясалма мутагенез* китереп чыгару һәм шуннан соң генетик бертөрле күзәнәкләр төркемнәрен — ***клоннарны сайлап алу*** булды. Микроорганизмнарның кыргый штаммнарыннан кеше өчен файдалыларын аерганнан соң, алар арасыннан продуктиврак штаммнар сайлап алына. Икенче этапта, кагыйдә буларак, төрле мутацияләрне көчәйтергә мөмкинлек биргән ясалма мутагенез кулланыла. Мутагеннар сыйфатында ионлаштыргыч нурланыш, кайбер химик матдәләр, шулай ук, үтүчәнлеге түбән булса да, микроорганизмнарда мутацияләр китереп чыгарырга сәләтле ультрашәмәхә нурланыш файдаланыла. Микроорганизмнарда мутацияләр килеп чыгу ихтималлыгы, башка организмнардагы кебек, — һәр ген буенча 1 млн затка 1 мутация. Әмма микроорганизмнарда миллион һәм миллиард үрчем алу авыр булмаганлыктан, бу ген буенча мутацияләр аерылу мөмкинлеге шактый зур.

102 нче рәсем. *Микроорганизмнар селекциясенең гадиләштерелгән схемасы*

Микроорганизмнар культурасын — кирәкле сыйфатларга ия мутантларны алу өчен, галим-селекционерлар сайлап алуның махсус методларын уйлап табалар. Сайланган клонны туклыклы тирәлеккә кабат-кабат чәчеп, кирәкле продукт барлыкка килүен күзәтеп торалар. Продуктив штаммнар алынгач, аларны үрчетә башлыйлар (102 нче рәсем). Мондый технологияне куллану селекционерларга микроорганизмнарның табигый элгәр штаммнары белән чагыш-

тырганда йөзләрчә һәм меңнәрчә тапкыр продуктиврак штаммнар алырга мөмкинлек бирә.

Геннар инженериясе. Микроорганизмнарны өйрәнүдә молекуляр биология һәм генетика өлкәсендә ирешелгән уңышлар, шулай ук традицион селекциянең мөмкинлекләре чикләнгән булуы алдан билгеләнгән үзлекләргә ия микроорганизмнарны максатчан һәм контрольдә тотып табуның яңа методларын булдыруга китерде.

Андый технологияләр геннар инженериясе алымнарына нигезләнә. Алар тиешле генны аерып алырга һәм аны, үзлекләре алдан ачыкланган яңа организмнар китереп чыгару максатында, үзгә генетик мохиткә кертергә мөмкинлек бирә.

Геннар инженериясе методлары әлегә бик катлаулы булып кала бирә, һәм ул күп чыгымнар сорый. Ләкин инде хәзер үк алар ярдәмендә сәнәгатьтә мөһим медицина препаратлары — интерферон, үсү гормоны, инсулин һ.б. табыла.

Клон.

1. Кеше микроорганизмнарны нинди төр продукцияләр алу өчен файдалана?
2. Микроорганизмнар селекциясенең үсемлекләр һәм хайваннар селекциясеннән аермасы нәрсәдә?
3. Микроорганизмнар селекциясендә нинди методлар файдаланыла?
4. Геннар инженериясе методларының үзенчәлекләре нәрсәдә?
5. Микроорганизмнар селекциясендә геннар инженериясе методлары нинди перспективалар ача?

Молекуляр-генетик тикшеренүләр вакытында бактериаль күзәнәкләрдә рестриктаза дигән ферментлар барлыгы беленгән һәм аларның бер сәләте ДНК молекулаларын төгәл билгеле бер участокларында гына фрагментларга «кисә» алуы ачыкланган. Шулай ук ДНК фрагментларын «ялгаучы» лигаза ферментлары барлыгын да белгәннәр.

Кайбер бактерияләрнең күзәнәкләрендә, төп зур хромосомадан тыш, ДНКның кечкенә боҗралы молекуласы — *плазмида* була. Геннар инженериясендә хуҗа күзәнәккә кирәкле информацияне кертү өчен файдаланылган плазмидаларны векторлар дип атыйлар. Плазмидалардан тыш, вектор ролен бактериофаглар да үти ала. Хуҗа бактерия сыйфатында яхшырак өйрәнелгән бактерия — эчәк таякчыгы (Escherihia coli) ешрак файдаланыла, ләкин башка бактерияләр дә, шулай ук чүпрәләр дә кулланылырга мөмкин.

Генетик үзгәртелгән организмнар табуның түбәндәге төп этапларын аерып күрсәтергә мөмкин: кызыксындырган билгене кодлаган генны табу; аны плазмида-

вектор белән берләштерү; кызыксындырган генлы векторны хуҗа күзәнәккә кертү; өстәмә генетик билге алган һәм практик кулланылыш тапкан күзәнәкләрне сайлап алу.

§ 68 Биотехнологиянең хәзерге торышы һәм перспективалары

1. **Нәрсә ул биотехнология?**
2. **Сезгә нинди биотехнологик процесслар һәм производстволар билгеле?**
3. **Күзәнәк һәм геннар инженериясе методлары кайда файдаланылырга мөмкин?**

Кешенең практик эшчәнлегендә биотехнология. Кешенең практик эшчәнлеге сферасында файдаланыла торган аерым биотехнологик процесслар борын заманнан ук билгеле була. Аларга икмәк пешерү, эчемлекләр ясау, сыра кайнату, әчетелгән сөт продуктлары әзерләү һ.б. керә. Ерак бабаларыбыз, әлбәттә, андый технологияләр нигезендә яткан процессларның асылын аңламаганнар, ләкин мең еллар дәвамында сынап карау һәм ялгышу методлары аша аларны камилләштергәннәр. Бу процессларның биологик асылы XIX гасырда Л. Пастерның фәнни ачышларыннан соң гына ачыклана. Аның хезмәтләре, микроорганизмнарның төрле төрләрен файдаланып, җитештерү процессларын камилләштерү өчен нигез булып тора. XX гасырның беренче яртысында микробиологик процессларны сәнәгать ысулы белән ацетон һәм бутанол, антибиотиклар, органик кислоталар, витаминнар һәм азык аксымын табуда куллана башлыйлар.

XX гасырның икенче яртысында цитология, биохимия, молекуляр биология һәм генетика өлкәсендә ирешелгән уңышлар күзәнәкнең тереклек эшчәнлегенең элементар механизмнары белән идарә итү өчен алшартлар тудыра һәм биотехнологиянең алга китүенә булыша. Микроорганизмнарның югары продуктив штаммнары селекциясе аркасында биотехнологик процессларның нәтиҗәлелеге дистәләрчә һәм йөзләрчә тапкыр арта.

Биотехнологиянең үзенчәлеге шунда: ул үзендә фәнни-техник прогрессның иң алдынгы казанышларын һәм кеше өчен кирәкле продуктларның табигый чыганакларыннан файдалану буенча элек тупланган тәҗрибәне берләштерә. Теләсә нинди биотехнологик процесс берничә этапны: объектны әзерләү, аны үрчетү, аеру, чистарту, модификация һәм алынган продуктларны куллануны үз

эченә ала. Мондый күп этаплы һәм катлаулы процессның тормышка ашырылуы генетикларны һәм молекуляр биология белгечләрен, цитологларны, биохимиклар, вирусологлар, микробиологлар һәм физиологлар, инженер-технологлар, биотехнология җиһазлары конструкторларын һ.б.ны җәлеп итүгә бәйле.

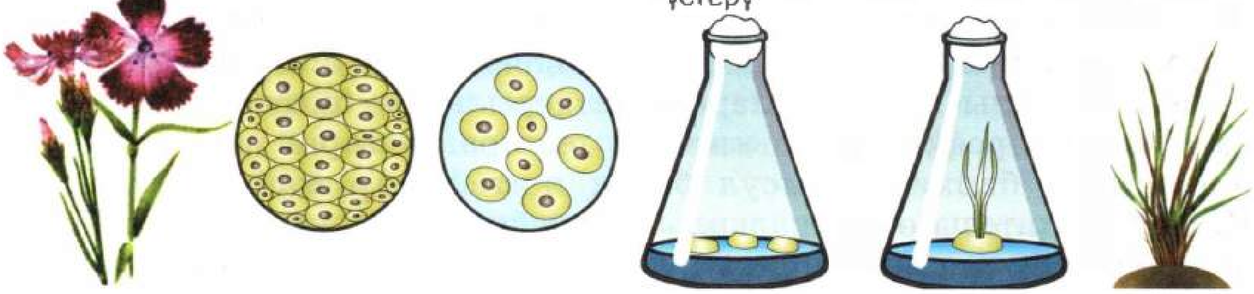
Биотехнологиянең үсеш перспективалары. Биотехнологиянең авыл хуҗалыгы производствосының бер тармагы буларак алга таба үсеше кешелек дөньясының күп кенә мөһим проблемаларын хәл итәргә мөмкинлек бирә.

Кешелек алдында торган кискен проблема — икътисади яктан артта калган күп кенә илләрдә азык-төлек җитешмәү. Шуңа бәйле рәвештә биотехнологларның бөтен тырышлыгы үсемлекчелек һәм терлекчелекнең нәтиҗәлелеген күтәрүгә юнәлтелгән.

Культуралы үсемлекләр чүп үләннәрдән, корткыч бөҗәкләр, фитопатоген гөмбәләр, бактерияләр, вируслар һ.б.дан интегә. Санап үтелгән зарарлы факторлар, уңайсыз һава шартлары белән берләштән, авыл хуҗалыгы культуралары уңышын шактый киметә. Галимнәр үсемлекләрнең мул уңыш бирә торган сортларын булдыру белән генә чикләнмиләр, үсемлекләрне саклауның биотехнологик юлларын да эшлиләр. Корткычларга каршы биологик көрәш чараларын, аларның табигый дошманнарын һәм паразитларын, шулай ук тере организмнар бүлеп чыгарган токсинлы продуктларны файдалануга нигезләнеп, сәнәгать ысулы белән күпләп җитештерәләр.

Составына төрле бактерияләрне дә кертеп эшләнгән ***биологик ашламаларга*** үсемлекләрнең уңышын арттыруда мөһим урын бирелә. Мәсәлән, азотобактерин туфракны азотка гына түгел, витаминнарга, фитогормоннарга һәм биорегуляторларга да баета. Фосфобактерин препараты ярдәмендә фосфорның катлаулы органик кушылмалары үсемлекләр тарафыннан ансат һәм тиз үзләштерелә.

Нәтиҗәлелеге югары табигый органик ашлама — ***биогумус*** — елдан-ел киңрәк кулланыла бара. Ул органик калдыкларны яңгыр суалчаннары эшкәртү процессында ясала. Хәзерге вакытта шушы максатта АКШ селекционерлары китереп чыгарган Калифорния кызыл суалчанын файдаланалар, ул биомассаның тиз артуын һәм субстратның тиз утильләшүен тәэмин итә. Тикшеренүләрдән күренгәнчә, биогумус башка ашламалардан күпкә нәтиҗәлерәк, ул туфракның уңдырышын сизелерлек яхшырта, аның су һәм җил эрозиясенә тотрыклылыгын арттыра. Ярлыланган җирләрне кире үз хәленә кайтара, экологик хәлне төзәтә. Биогумусны күп илләрдә сәнәгатьтә җитештерәләр. Безнең илдә, биогумус ясау өчен органик калдыкларны файдалануга нигезләнеп, суалчаннарны сәнәгать



103 нче рәсем. *Үсемлекләрне тукыма культурасыннан үрчетү*

ысулы белән үрчетү эше XX гасырның 80 нче елларыннан бирле алып барыла.

Соңгы елларда, хайваннарның, кошлар, балыклар, затлы мехлы җәнлекләрнең азык рационын баланслау өчен, хайван аксымы, шулай ук дәвалау-профилактика үзлекләренә ия өстәмә аксым чыганагы буларак, яңгыр суалчаннары белән кызыксыну артканнан-арта бара.

Авыл хуҗалыгы үсемлекләрен ***тукыма культурасыннан*** вегетатив үрчетү методы сәнәгатьтә һаман киңрәк кулланыла. Ул, үсемлекләрнең яңа перспективалы сортларын тиз үрчетү белән беррәттән, вируслар белән зарарланмаган утырту материалы алу мөмкинлеген дә бирә (103 нче рәсем).

Хайваннарның продуктлылыгын тулы кыйммәтле азык белән генә арттырып була. Шуны истә тотып, микробиология сәнәгате төрле микроорганизмнар (бактерияләр, гөмбәләр, чүпрә һәм суүсемнәр) базасында азык аксымы җитештерә. Сәнәгать сынауларыннан күренгәнчә, бер күзәнәкле организмнарның аксымга бай биомассасын авыл хуҗалыгы хайваннары бик яхшы үзләштерә. Мәсәлән, 1 т азык чүпрәсе 5—7 т бөртекне янга калдыра. Моның әһәмияте гаять зур, чөнки дөньяда авыл хуҗалыгы җирләренең 80% ы терлек һәм кош азыгы җитештерү өчен файдаланыла.

Биотехнология аеруча медицинада киң кулланыла. Хәзерге вакытта биосинтез ярдәмендә антибиотиклар, ферментлар, аминокислоталар, гормоннар эшләп чыгаралар.

Мәсәлән, гормоннарны элек, гадәттә, хайван органнарыннан һәм тукымаларыннан алалар иде. Хәтта аз гына микъдарда дәвалау препараты алу өчен генә дә, күп башлангыч материал таләп ителде. Кирәкле күләмдә препарат алу авыр булганлыктан, аның бәясе дә югары була иде.

Мәсәлән, ашказаны асты бизе гормоны — инсулин — шикәр диабетында төп дәвалау чарасы булып тора. Бу авырудан интегүче элеге гормонсыз яши алмый. Аны дуңгыз яки мөгезле эре терлекнең ашказаны асты бизеннән алып җитештерү катлаулы, һәм ул кыйммәткә төшә. Өстәвенә хайваннарның инсулин молекулалары кеше инсулины молекулаларыннан аерыла, бу бигрәк тә балаларда аллергия реакцияләре китереп чыгара. Хәзерге вакытта кеше инсулинын биохимик ысул белән җитештерү җайга салынган. Инсулин синтезы өчен җаваплы ген табылды. Геннар инженериясе ярдәмендә бу ген бактериаль күзәнәккә кертелде, һәм ул нәтиҗәдә кеше инсулинын синтезлау сәләтенә ия.

Дарулар табудан тыш, биотехнология, антигеннар препаратларын, ДНК/РНК-пробаларын кулланып, инфекцион һәм яман шеш авыруларын башлангыч стадияләрендә үк диагностикалау мөмкинлеген бирә.

Яңа вакцина препаратлары ярдәмендә йогышлы авыруларны булдырмый калып була.

Традицион энергия чыганаклары бетү куркынычы янау кешелекне аның альтернатив юлларын эзләүгә этәрде. Биотехнология, сәнәгать һәм авыл хуҗалыгы производствосы калдыкларын эшкәртеп, ***экологик чиста ягулык төрләрен*** табу мөмкинлеген бирә. Мәсәлән, тирес һәм башка органик калдыкларны бактерияләр ярдәмендә эшкәртеп, биогаз табу өчен җайланмалар уйлап табылды. 1 т тирестән 500 м^3 биогаз алалар, бу 350 л бензинны алыштыра, өстәвенә тиреснең ашлама буларак сыйфаты яхшыра.

Биотехнологик эшләнмәләр файдалы казылмалар табуда һәм эшкәртүдә һаман киңрәк кулланыш таба.

Биотехнология өлкәсендәге инде ирешелгән һәм ирешеләчәк казанышлар, һичшиксез, кешеләр эшчәнлегенең бөтен сфераларында файдаланылачак. Ләкин шул ук вакытта хәзерге тикшеренүләр соңыннан килеп чыгу ихтималы булган бөтен тискәре нәтиҗәләрне һәрьяклап анализлауны таләп итә.

Бүгенгесе көндә күп илләрдә, шул исәптән Россиядә дә, геннар инженериясе буенча трансген организмнарны практик файдалану һәм шулай ук кешене клонлау буенча эшләрне хокук кысаларына кертүгә юнәлдерелгән законнар актив эшләнә. Биотехнологиядә яңа фәнни тикшеренүләр һәм эшләнмәләрнең кешелек байлыкларын арттыруга юнәлтелүе мөһим.

Биологик ашламалар. Биогумус. Тукымалар культурасы. Экологик чиста ягулык төрләре.

1. Биотехнологиянең бик көчле үсеше нәрсә белән аңлатыла?
2. Игенчелек һәм терлекчелекнең нәтиҗәлелеген күтәрүдә биотехнологиянең өлеше нинди?
3. Ни өчен биотехнологларны медицинада иң зур уңышка ирешүчеләр дип исәплиләр?
4. Ни өчен күп кенә галимнәр һәм җәмәгать эшлеклеләре биотехнологик тикшеренүләр һәм производство үсешенә бәйле рәвештә шөбһә белдерәләр?

Трансген организмнар булдыру һәм кешене клонлау проблемалары буенча фикер алышыгыз. Андый тикшеренүләр нинди перспективалар ача? Бу өлкәдә контрольсез тикшеренүләр нинди тискәре нәтиҗәләргә китерергә мөмкин?

Бүлекнең кыскача эчтәлеге

Селекция ул – кеше өчен кирәкле үзлекләргә ия яңа үсемлек сортларын, хайван токымнарын һәм микроорганизмнар штаммнарын табу һәм булганнарын яхшырту турындагы фән. Үсемлекләрнең, хайваннарның һәм микроорганизмнарның кеше тарафыннан ясалма барлыкка китерелгән, билгеле бер генофонды, буыннан-буынга ныгый барган морфологик һәм физиологик билгеләре булган популяцияләрне сорт, токым һәм штамм дип атыйлар.

Селекциянең теоретик нигезе – генетика. Ул шулай ук эволюция теориясе, молекуляр биология, биохимия һәм башка биологик фәннәрнең казанышларыннан файдалана.

Селекциянең төп методлары – сайланыш, гибридлаштыру, мутагенез. Селекциянең нигезенә ясалма сайланышның Ч. Дарвин эшләгән концепциясе салынган. Социаль эволюциянең беренче этапларында ясалма сайланыш аңлы рәвештә үткәрелми. Цивилизация алга киткән саен, ясалма сайланыш билгеле бер методика буенча үткәрелә, һәм кеше аерым сыйфатлар хас булган тереклек ияләрен системалы рәвештә аңлап сайлый башлый. XX гасырның икенче яртысында принципиаль яңа методлар – күзәнәк һәм геннар инженериясе кулланышка керә. Бу юнәлешләр биологиянең яңа өлкәсенә – биотехнологиягә нигез сала.

Биотехнология ул – биологик процессларны һәм системаларны, микроорганизмнарның, үсемлек һәм хайван күзәнәкләре, шулай ук тукымалары

культураларының югары нәтиҗәле формаларын кешегә кирәкле үзлекләр белән үстерүгә нигезләнеп, сәнәгатьтә файдалану.

Биотехнология өлкәсендә инде ирешелгән һәм ирешеләчәк казанышлар кешелек алдында торган күп проблемаларны хәл итүдә зур мөмкинлекләргә юл ача. Шул ук вакытта хәзер киң колач ала барган биотехнологик тикшеренүләрнең хәтәр нәтиҗәләргә китерү ихтималын да җентекләп анализлау таләп ителә.

7 бүлек

Антропогенез

Бу бүлекне өйрәнеп, сез түбәндәгеләрне белерсез:

- *кешенең систематикадагы урыны;*
- *антропогенезның төп стадияләре (этаплары);*
- *кеше эволюциясендә биологик һәм социаль факторларның роле турында;*
- *кеше расалары турында.*

Кеше эволюциясе, яки антропогенез (гр. anthropos — кеше, genesis — үсеш), — кешенең эволюцион тарихи үсеш процессы. Кеше, биологик һәм социаль факторларның үзара тәэсир итешү нәтиҗәсе булганлыктан, организмнарның башка төрләреннән сыйфаты белән аерыла. Кешенең килеп чыгышы мәсьәләсе һәркемне һәркайчан кызыксындырып килде. Төрле халыкларда һәм кабиләләрдә бу сорауга җавап итеп күпләгән риваять, уйдырма-әкиятләр яшәп килә. Дини тәгълиматлар да кешенең барлыкка килүе турында төрлечә аңлатып караганнар. Галимнәр, эволюция теориясенә нигезләнеп кенә, бу проблемага фәнни аңлатма бирә алганнар.

§ 69 Хайваннар дөньясы системасында кешенең урыны

1. Хәзерге кешене нинди төргә кертәләр?
2. Нәрсә ул рудиментлар һәм атавизмнар?

Кешенең килеп чыгышына карашларның үсеше. Кешенең килеп чыгышына карашлар тарихы XVIII—XIX гасырлар чикләрендә барлыкка килгән ***антропологиядән*** — кешенең килеп чыгышы турындагы фәннең үзеннән — шактый борынгырак. Антик дөнья галимнәре кешенең килеп чыгышы һәм аның табигатьтәге урыны турындагы сорауларга җавап эзләп фикер алышканнар. Мәсәлән, Аристотель хайваннарны кешенең ерак бабалары дип таныган. Ул, тышкы күренешләренә, тән төзелешләренә һәм үз-үзләрен тотышларындагы кайбер үзенчәлекләргә нигезләнеп, хайваннарның беренче классификациясен төзегән һәм хайваннарны «канлылар», «кансызлар»га аерган, ә кешене «канлылар» төркеменә керткән. Хайваннар белән кеше арасына маймылны урнаштырган. Гален да кешенең, анатомик төзелешен өйрәнүгә нигезләнеп, хайваннарга якын торуын таныган.

К. Линней — үзеннән элгәрләр белән чагыштырганда шактый алдынгырак карашлы галим. 1735 елда үзенең «Система природы» дигән китабында ул кешеләр ыругының бер төрен — Акыллы кешене (Homo sapiens L.) күрсәтә һәм аны приматлар отрядына түбән төзелешле һәм югары төзелешле маймыллар белән бергә урнаштыра. 1760 елда К. Линней хәтта «Родственники человека» дигән хезмәтен дә бастырып чыгара, ул анда кеше һәм маймылның тышкы һәм эчке охшашлыгын ассызыклый.

Жан Батист Ламарк «Философия зоологии» (1809) дигән хезмәтендә кешенең маймыллар белән ырудашлыгын күрсәткән һәм кеше борынгы кешесыман маймыллардан туры басып йөрүгә күчүе нәтиҗәсендә килеп чыккан, борынгы кешеләрнең өер булып яшәү рәвеше сөйләм үсешенә булышлык иткән дип күзаллаган.

Антропогенез проблемаларын чишүгә Ч. Дарвин үзеннән шактый өлеш керткән. «Происхождение человека и половой отбор» (1871) һәм «Выражение эмоций у человека и животных» (1872) дигән хезмәтләрендә ул, бай фактик материалларга таянып, кешенең хайваннар белән һәм бигрәк тә кешесыман маймыллар белән гаҗәеп охшашлыгын күрсәткән. Шуңа нигезләнеп, ул маймыллар һәм кеше уртак борынгы бабадан килеп чыкканнар дигән нәтиҗә ясаган һәм кеше эволюциясендә социаль факторларның йогынтысына игътибар иткән.

Кешенең хайваннардан килеп чыгуына дәлилләр. Кешенең килеп чыгышы турында хәзерге фәнни күзаллауларның нигезендә аның хайваннар дөньясыннан аерылып чыгуына ярашлы концепция ята.

Чагыштырма эмбриология һәм анатомия мәгълүматлары кеше тәненең төзелешендә һәм үсешендә хайваннар белән охшаш билгеләрнең булуын ачык күрсәтә.

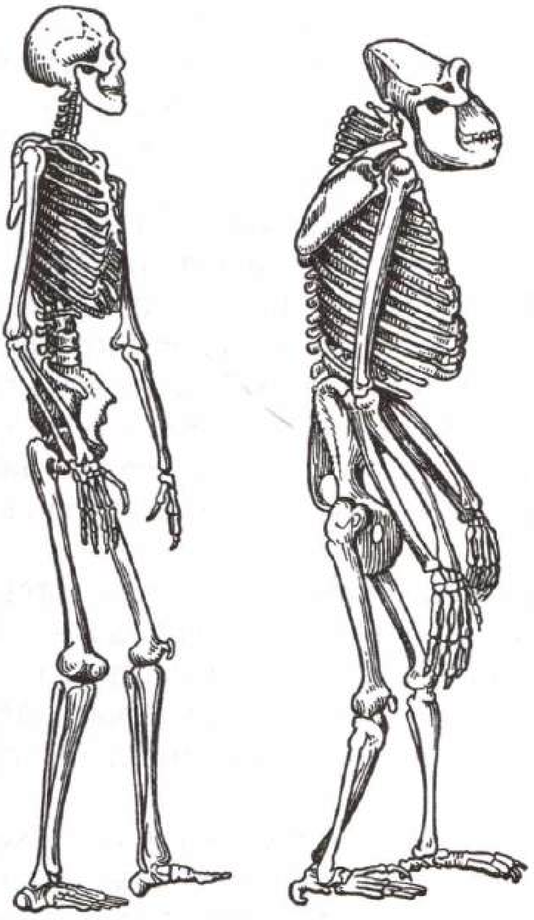
Кеше өчен *Хордалылар тибына* һәм *Умырткалылар астибына* хас төп билгеләр характерлы. Кешедә (барлык хордалыларныкы кебек) эмбриональ үсешнең башлангыч этапларында эчке скелет хордадан тора, нерв көпшәсе арка ягында ярала, гәүдәсе ике як симметрияле. Эмбрион үскән саен, хорда умыртка баганасына алышына бара, баш сөяге, баш миенең биш бүлеге формалаша. Йөрәк корсак ягына урнаша, парлы очлыклар күренә.

Кеше өчен *Имезүчеләр классының* төп билгеләре характерлы. Кеше умырткалыгы биш бүлектән тора, тире төкләр белән каплана, анда тир һәм май бизләре була. Башка имезүчеләр кебек, кешегә дә терелә тудыру, диафрагма, сөт бизләре булу һәм балаларын сөт имезеп тукландыру, дүрт камералы йөрәк, җылыканлылык хас.

Кеше өчен *Плацентар асклассының* төп билгеләре характерлы. Анасы баланы карында йөртә, һәм ул плацента (соңгылык) аша туклана.

Кеше өчен *Приматлар отрядының* төп билгеләре характерлы. Аларга очлыкларның эләктерү тибында булуын, тырнаклар үсүне, күзләрнең бер яссылыкта урнашуын (күләмле күрүне тәэмин итә), сөт тешләренең даими тешләргә алышынуын һ.б.ны кертергә мөмкин.

Кеше белән кешесыман маймыллар арасында уртак билгеләр күп: баш сөягенең ми тартмасы һәм бит өлешләренең охшаш структурасы, баш миенең маңгай өлеше нык үсеш алу, зур ярым-



104 нче рәсем. *Кеше һәм маймыл скелетлары*

шарлар кабыгындагы күп санлы сырлар, умырткалыкның койрык бүлеге булмау, мимика мускулларының яхшы үскән булуы һ.б. (104 нче рәсем). Кеше белән кешесыман маймылларның охшашлыгын, морфологик билгеләрдән тыш, башка күп кенә мәгълүматлар да дәлилли: болар — резус-фактор, кан (АВ0) группаларының антигеннары охшашлыгы; шимпанзе һәм горилладагы кебек менструаль цикл булу һәм 9 айга сузылган йөклелек; бер үк авыруларны кузгатучыларга карата охшаш сизүчәнлек һ.б.

Соңгы вакытта организмнарның эволюцион ырудашлыгын аларның хромосомаларын һәм аксымнарын чагыштыру юлы белән ачыклау методлары киң кулланыла башлады. Төрләр арасында ырудашлык никадәр зур булса, аксымнары арасында охшашлык та шулкадәр зуррак. Тикшеренүләр кеше һәм шимпанзе аксымнарының 99% ка охшаш булуын күрсәтте.

Кешенең хайваннар белән ырудашлыгын кешедә атавизм (тышкы койрык, күпимчәклелек, йонлач булу) һәм рудиментлар (аппендикс, колак мускуллары, күзнең өченче кабагы һ.б.) булуы да дәлилли (105 нче рәсем).

Хәзерге кешенең систематикадагы урыны. Патшалык: Хайваннар; аспатшалык: Күпкүзәнәклеләр; тип: Хордалылар; астип: Умырткалылар (Баш сөяклеләр); класс: Имезүчеләр; асккласс: Плацентарлар; отряд: Приматлар; асотряд: Кешесыманнар; семьялык: Кешеләр (Гоминидлар); ыруг: Кеше (Homo); төр: Акыллы кеше (Homo sapiens); кече төр: Homo sapiens sapiens.

Бүгенге көндә Акыллы кеше төренә үлеп беткән кече төрне — *Неандерталь акыллы кешесен* дә керткәнлектән, хәзерге кешенең тулы атамасы — ***Акыллы акыллы кеше (Homo sapiens sapiens).***

«...Хайваннар — авыртуны тоюыбыз, авырулар, үлем-җитемнәр, газаплану һәм ачыгу буенча безнең кан-кардәшләребез, авыр

Рудиментлар *Атавизмнар*

105 нче рәсем. *Атавизмнар һәм рудиментлар*

эштә безнең колларыбыз, рәхәтлектә безнең дусларыбыз — болар барысы да, бәлки, чыгышыбызны бер уртак бабага илтәдер — безнең барыбызны да бергә берләштерергә мөмкинлек бирәдер», — дип язган Ч. Дарвин.

Кешенең хайваннардан аерымлыклары. Ләкин кеше белән хайваннар арасында төп аерымлыклар бар. Туры басып йөрү кешегә генә хас. Шуңа бәйле рәвештә кеше скелеты төзелешендә характерлы үзгәрешләр булган: умырткалык S-сыман форма алган, аяк биле ясалган, түбәнге очлыкларның (аякларның) зур бармагы калганнары белән якынайган һәм үзенә терәк функциясен алган, оча сөякләре киңәйгән, күкрәк читлеге алдан артка таба кысылган.

Хәрәкәтчән чук сөякләре һәм башка бармакларга каршы урнашкан баш бармак белән иректе югарыгы очлыклар (куллар) хезмәт органына әверелгән.

Кешенең баш сөягендә ми бүлеге бит өлешеннән зуррак. Баш миенең массасы 1350—1500 г, горилла һәм шимпанзеның нибарысы 460—600 г тәшкил итә.

Кеше аң-зиһенгә һәм абстракт фикерләүгә ия, сөйләм (икенче сигнал системасы) һәм абстракт символлар (язу) ярдәмендә аралашырга, шулай ук элгәр буыннар тарафыннан тупланган белемнәрне башкаларга җиткерергә һәм кабул итәргә сәләтле. Ул сәнгать

һәм фәнне тудырган. Кеше эволюциясе, өстенлек иткән биологик факторлардан котылып, социаль төс алган.

Антропология. Акыллы акыллы кеше (Homo sapiens sapiens).

1. Кешенең килеп чыгышы турында хәзерге фәнни күзаллауларның нигезендә нинди концепция ята?
2. Кешенең хайваннар белән бәйләнешен нинди дәлилләр күрсәтә?
3. Хәзерге кешенең систематикадагы урыны нинди?
4. Кеше белән хайван арасында төп аерымлыклар нинди? Алар нәрсә белән аңлатыла?

§ 70 Антропогенезның төп стадияләре

1. Кешесыман маймылларның нинди төркемнәрен беләсез?
2. Кешедә атавизм һәм рудиментлар булуын ничек аңлатырга мөмкин? Бу нәрсәне дәлилли?

Кешенең үсешенә хәзерге карашлар. Кеше кешесыман маймыллардан килеп чыккан дигән фикер киң таралган. Бу бик үк дөрес түгел.

Кешенең һәм кешесыман маймылларның үсеше ул — эволюциянең бер-бер артлы килгән баскычлары түгел, ә аның параллель тармаклары, эволюцион яктан караганда алар арасында аерма бик тирән.

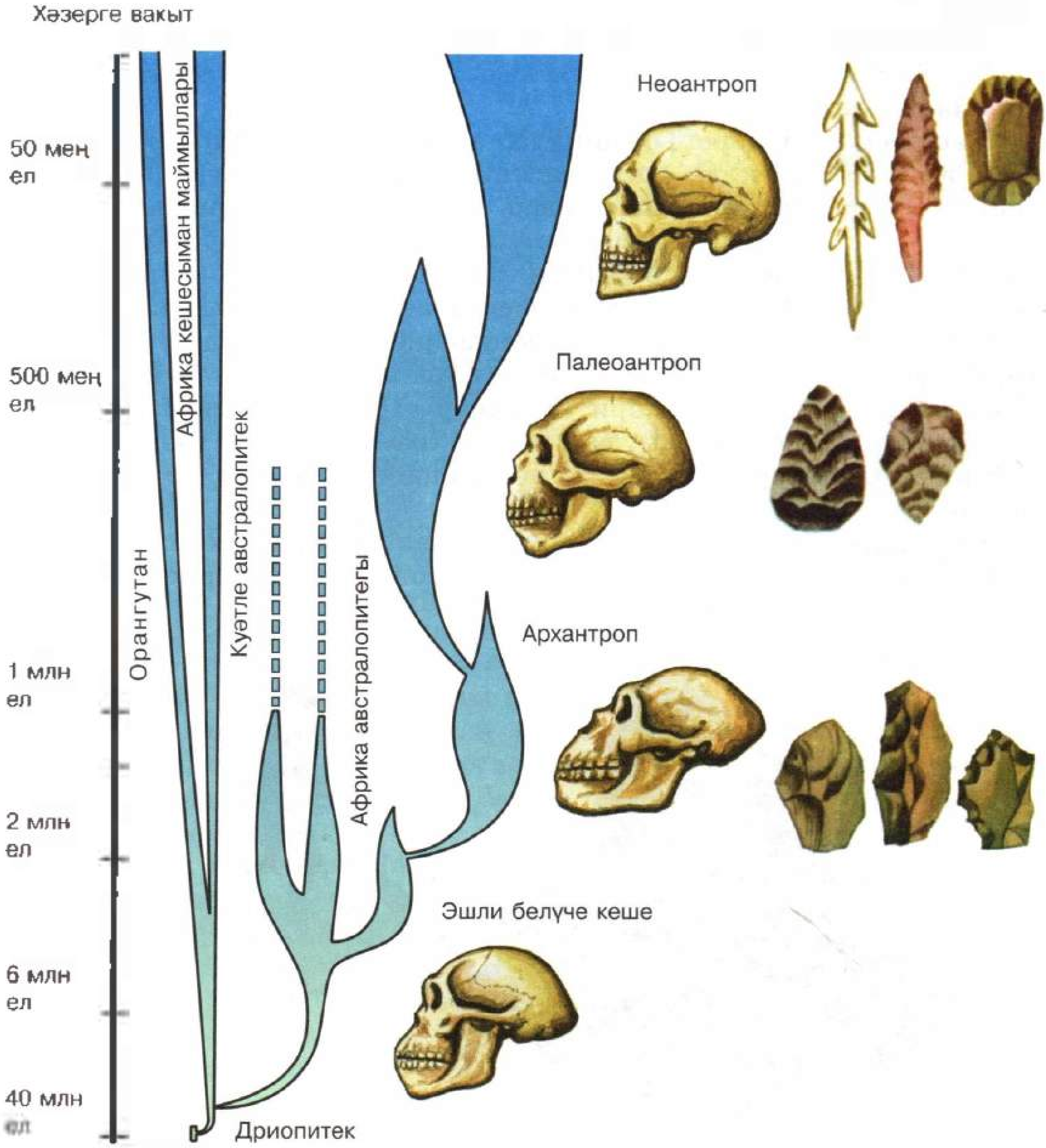
Палеонтологлар табылдыклары приматларның якынча 70 млн ел элек килеп чыгуларын дәлилләр.

Якынча 30—40 млн ел элек уртак әлгәр формадан эволюциянең ике тармагы аерыла: беренчесе хәзерге югары төзелешле маймылларга алып килгән, һәм икенчесенең үсеше ахыр чиктә хәзерге анатомик типтагы кеше килеп чыгуга китергән. Аннан соң бу ике тармак вәкилләре күп миллион еллар дәвамында бер-берсенә бәйсез рәвештә үсеш алганнар. Эволюция барышында һәр ике тармак вәкилләрендә, тиешле яшәү рәвешенә җайлашуга бәйле, биологик төзелешнең специфик үзенчәлекләре барлыкка килгән.

Кеше һәм кешесыман маймылларның (антропоидларның) иң борынгы уртак бабалары дип ***парапитекларны*** — агач башында

да, җиргә төшеп тә яшәүче, аз специальләшкән югары төзелешле маймылларны санау гадәткә кергән. Соңыннан алардан үлеп беткән маймылларның җыелма төркеме — ***дриопитеклар*** килеп чыккан.

Галимнәр исәпләвенчә, нәкъ менә дриопитекларның ниндидер төркеменнән, мәсәлән рамапитеклардан, гоминидларның эволюцион юнәлеше башлангыч алган (106 нчы рәсем).



106 нчы рәсем. *Кешенең килеп чыгышын сурәтләгән гомуми схема*

Кеше эволюциясе теориясен эшләүгә зур өлеш кертүче ватаныбыз антропологлары *антропогенезның* дүрт *стадиясен* аерып күрсәтәләр.

I. Кешенең элгәрләре — ***австралопитеклар.***

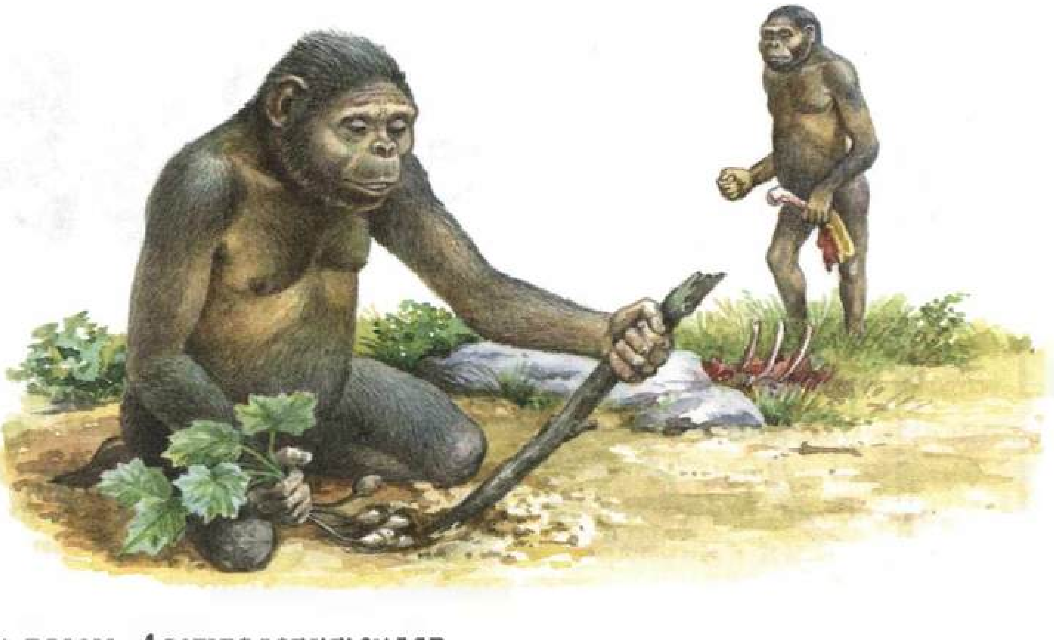
II. Иң борынгы кешеләр — прогрессив австралопитеклар, ***архантроплар*** (питекантроплар, синантроплар, атлантроплар, гейдельберг кешесе һ.б.).

III. Борынгы кешеләр — ***палеоантроплар*** (неандерталецлар).

IV. Хәзерге анатомик типтагы казылма кешеләр — ***неоантроплар*** (кроманьонецлар).

Кешенең элгәрләре. Гоминидлар семьялыгының элгәррәк вәкилләре австралопитеклар (лат. australis — көньяк һәм гр. pithecos — маймыл) булганнар дип исәплиләр. Австралопитекларның (аларны кайчак *«австралопитеклар элгәрләре»* дип атыйлар) Көнчыгыш Африкада чыккан иң борынгы табылдыклары 4,5—6,5 млн ел белән исәпләнә. Бу тереклек ияләренең скелет калдыкларын өйрәнү күрсәткәнчә, аларның тешләре кешенекенә охшаш дип әйтерлек, баш миенең күләме 500 $см^3$ га җитә, ә тән массасы 35—55 кг тәшкил итә. Алар туры басып йөри алганнар (107 нче рәсем). Алардан зурлыклары, тән массасы, баш сөяге төзелешендәге үзенчәлекләр белән аерылып торган соңгырак австралопитекларның берничә төре башлангыч алган.

Иң борынгы кешеләр. Күпчелек белгечләр фикеренчә, Homo ыругының беренче вәкилләре австралопитекның прогрессив ва-



107 нче рәсем. *Австралопитеклар*

рианты — ***Эшли белүче кеше*** (H. habilis) булган. Бу исем аларга, кисү һәм турау өчен, таштан примитив кораллар ясый алганнары өчен бирелгән.

Эшли белүче кешенең буе 150 см га җиткән, баш миенең күләме башка австралопитекларныкыннан 100 $см^3$ га зуррак булган, ә массасы 650 г га җиткән. Тешләре кешенеке тибында булган. Аягының беренче бармагы кешенеке кебек янәшә урнашкан. Эшли белүче кеше морфологик яктан австралопитеклардан аз аерылган, ләкин эш коралларын ясый алу сәләте (бик примитивларны булса да) аңа казылма кешесыман маймылларны иң борынгы кешеләрдән аерып торган чикне узарга мөмкинлек биргән.

Беренче кеше популяциясенең яше 2—2,5 млн ел белән исәпләнә. Ләкин, күп кенә галимнәр әйтүенчә, беренче кешеләр шактый элегрәк килеп чыккан булырга тиеш.

Эшли белүче кеше популяцияләре, таралып, яңа тереклек шартларына эләккән хәлдә, архантропларның аерымланган формаларын барлыкка китергәннәр һәм күп кенә төп билгеләре буенча австралопитек белән хәзерге кеше арасындагы буын булып торганнар.

Хәзерге вакытта архантропларның берничә казылма формасы билгеле: *питекантроп* (маймыл-кеше), аның сөякләре Ява утравында табыла; *синантроп*, аның сөякләре Пекин янындагы мәгарәдә табыла. Питекантроп һәм синантропларга охшаш казылма кешеләрнең сөякләре ГФР территориясендә (гейдельберг кешесе), Алжирда (атлантроп) һәм башка күп илләрдә табыла. Археологик табылдыклар буенча фикер йөрткәндә, архантроп популяцияләре Җир йөзенең төрле почмакларында якынча 2 млн нан алып 200 мең еллар элек яшәгәннәр. Галимнәр исәпләвенчә, алар ***Туры басып йөрүче кеше*** төренә (H. erectus) кергәннәр.

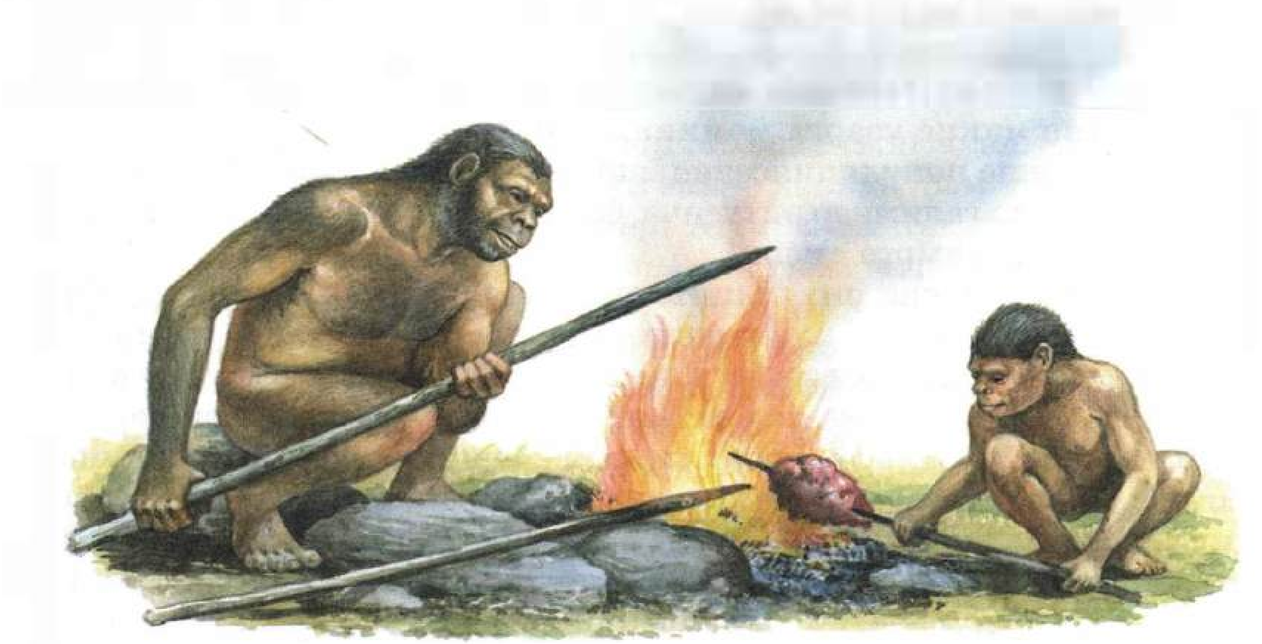
Туры басып йөрүче кешенең буе 160 см һәм аннан да биегрәк булган. Баш миенең уртача күләме 800—1200 $см^3$ тәшкил иткән. Ул таштан эш кораллары ясый белгән һәм утны сүндерми тора алган (108 нче рәсем).

Борынгы кешеләр. Палеоантроплар һәм морфологик, һәм хронологик яктан казылма кешеләрнең гаять күптөрле төркемнәрен тәшкил иткәннәр. Алар Европа, Азия һәм Африканың зур мәйданнарына таралып урнашканнар. Палеоантропларның скелет сөякләре иң беренче булып Германиядә Неандерталь елгасы үзәннәрендә 1856 елда табылган, аларның икенче исемнәре — *неандертальцлар* — шуның белән бәйле.

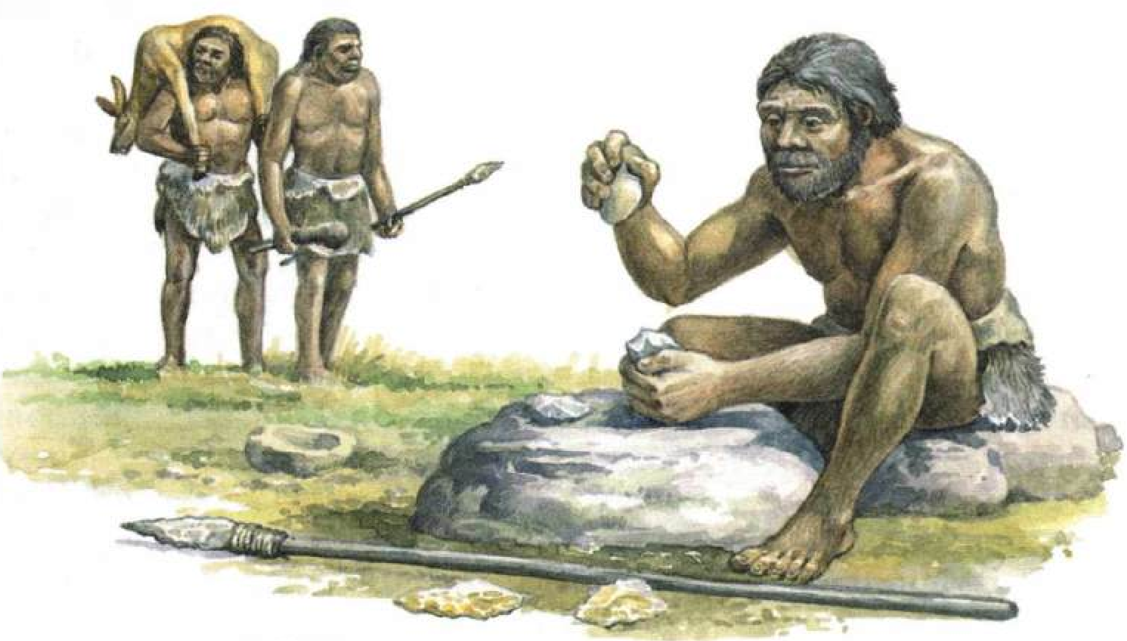
Палеонтропларның күп санлы табылдыклары 250 дән алып 35 мең ел элек булган чорга туры килә. Ләкин, галимнәр исәпләвенчә, палеонтроплар шактый элегрәк күренгәннәр.

Борынгы кешеләрнең ми тартмасы якынча 1400 $см^3$ булган, таштан төрле эш кораллары (ваткыч, кыргыч, очланган таш һ.б.) ясаганнар, ачык сөйләмгә охшаш авазлар чыгарганнар (109 нчы рәсем).

Неандерталецларның антропогенезда тоткан урыны һәм роле турында галимнәр арасында әлегә уртак фикер юк, алар өч гипотеза тәкъдим итәләр:



108 нче рәсем. *Туры басып йөрүче кеше*



109 нчы рәсем. *Неандерталецлар*

— неандерталецлар — хәзерге тип кешеләрнең борынгы бабалары;

— неандерталецлар хәзерге тип кешеләрнең генофондына беркадәр генетик өлеш керткәннәр;

— неандерталецлар гоминидлар эволюциясендә ян тупик тармак булып торалар.

Төрле регионнарда чыккан казылма табылдыклар элгәр неандерталец популяцияләренең шактый үзгәреп торуларын раслый. Хәзерге вакытта неандерталецларны Акыллы кешенең бер кече төре дип исәплиләр.

Хәзерге анатомик типтагы кешеләр. Кеше эволюциясенең соңгы стадиясе — хәзерге кешеләр, яки неоантроплар. Неоантропларның сөякләре иң беренче булып Франциядә Кро Маньон мәгарәсендә 1868 елда табылган, аларның *кроманьонецлар* дигән исемнәре шуңа бәйле.

Гомумән алганда, кроманьонецларның хәзерге кешеләрдән аермасы зур түгел. Буйлары 180 см га, баш миенең күләме 1600 $см^3$ га җиткән. Баш сөягенең ми бүлеге бит өлешеннән зуррак булган, каш өсте сырты булмаган, иякнең чыгып торуы аларның үзара ачык сөйләм аша аралаша алуларын күрсәтә (110 нчы рәсем).

Хәзерге кеше кергән H. sapiens sapiens кече төре барлыкка килү турындагы сорау хәл ителмәгән килеш кала.

110 нчы рәсем. *Кроманьонецлар*

Палеонтологик материаллардан күренгәнчә, казылма кешеләрне бер үк вакытта яшәгән өч типка аерырга мөмкин: неандерталецларга, хәзерге тип кешеләргә һәм арадаш формаларга. Бу — неандерталецлар һәм кроманьонецлар озак вакытлар янәшә яшәгәннәр һәм аларның еш кына кушылу (метислашу) очраклары булган дип фаразларга мөмкинлек бирә. Хәзерге кешеләргә башлангыч биргән борынгы бабаларның неандерталец билгеләрен дә, кроманьонецларныкын да берләштергән арадаш формаларына охшаш мәетләр күптән түгел Якын Көнчыгышта хәзерге Израиль территориясендә табылды.

Гоминидларның ике кече төре озак вакытлар янәшә яшәгәннән соң, якынча 40 мең еллар элек, хәзерге анатомик типтагы кешеләр популяцияләрендә көчле демографик үзгәреш була, ул халык саны артуга һәм матди культура өлкәсендә прогрессив үсешкә китерә. Неандерталецлар, мөгаен, бозлык чорының уңайсыз шартларында кроманьонецлар белән конкуренцияне (көндәшлек көрәше) күтәрә алмыйча, алар тарафыннан кысрыкланган һәм, ихтимал, өлешчә юк ителгән булырга тиеш.

Палеоантропологлар һәм башка белгечләрнең шуннан соңгы тикшеренүләре, һичшиксез, антропогенезның әле чишелмәгән сорауларына ачыклык кертәчәк.

Парапитеклар. Дриопитеклар. Австралопитеклар. Архантроплар. Палеоантроплар. Неоантроплар. Питекантроплар. Неандерталецлар. Кроманьонецлар. Эшли белүче кеше. Туры басып йөрүче кеше.

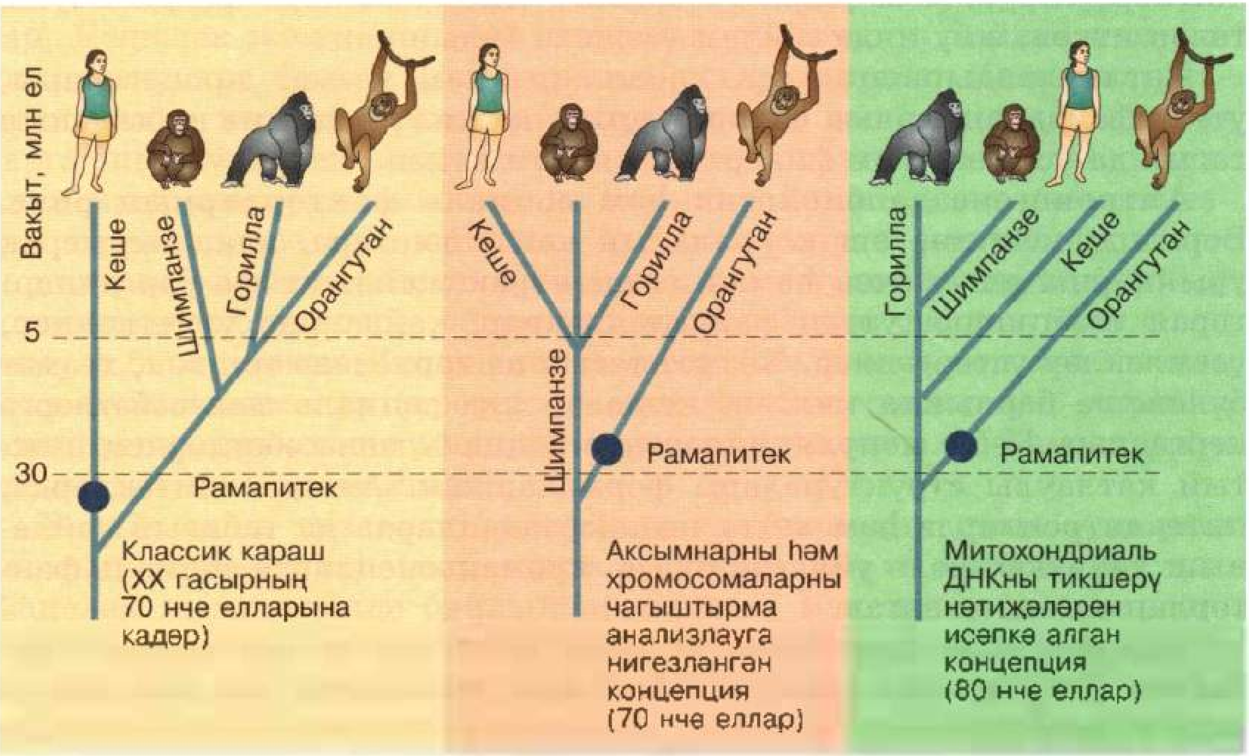
1. Антропогенезда нинди стадияләрне аерып күрсәтү кабул ителгән?
2. Ни өчен Эшли белүче кешене Homo ыругының беренче вәкиле дип исәплиләр?
3. Нинди билгеләргә карап, неандерталецлар эволюцион планда питекантроплардан өстенрәк булганнар дип фаразларга мөмкин?
4. Нинди билгеләре буенча кроманьонецларны хәзерге тип кешеләргә кертәләр?

Кеше эволюциясенә галимнәрнең карашы үзгәрә барган (111 нче рәсем). XX гасырның 70 нче еллары азагына кадәр гоминидларның эволюцион юнәлеше башында дриопитекларның берсе — *рамапитек* тора дип исәплəгәннәр. Соңрак рамапитекны орангутан элгәре булырга тиеш дип фаразлаганнар. Ә гоминидларның элгәрләре булып дриопитеклар төркеменнән югары төзелешле приматлар торганнар, алар, рамапитеклар вәкилләре белән охшаш билгеләргә ия булсалар да, орангутаннарга һәм аларның элгәрләренә охшамаганнар.

§ 71 Антропогенезның хәрәкәтләндерүче көчләре

1. Биологик эволюциянең сез нинди факторларын беләсез?
2. Элементар эволюцион берәмлек булып нәрсә санала?
3. Яшәү өчен көрәшнең нинди төрләрен беләсез?

Антропогенезның биологик факторлары. Кешенең тарихи үсеше калган барлык тере организмнар өчен дә уртак булган биологик эволюция факторлары: мутацияләр, геннар дрейфы, изоляция һәм табигый сайланыш йогынтысында барган. Кеше эволюциясенең башлангыч этапларында әйләнә-тирәнең даими үзгәреп торган шартларына яхшырак җайлашуга сайланыш хәлиткеч әһәмияткә ия булган. Маймылсыман тереклек ияләренең кешегә әверелү юлында иң мөһим этап булып туры басып йөрүгә күчү булган. Терәк булудан һәм хәрәкәтләнү функциясен үтәүдән бушаган куллар хезмәт коралларыннан файдаланырга сәләтле органга әйләнгән. Шуңа бәйле рәвештә азык табу һәм, дошманнардан саклану өчен, кораллар ясарга сәләтлерәк затларга сайланыш барган. Сайланыш кешенең ерак бабалары төзелешендә туры басып йөрү, кул чугының бер юнәлештә камилләшүе һәм баш миенең үсеше кебек үзенчәлекләре ныгуга булышлык иткән.



111 нче рәсем. *Кеше эволюциясенә карашларның үзгәрүе*

Антропогенезның социаль факторлары. Ләкин антропогенез өчен эволюциягә терек табигатьнең уникаль күренеше булган ***социаль факторларның:*** *хезмәт эшчәнлеге, иҗтимагый яшәү рәвеше, сөйләм һәм фикерләүнең* йогынтысы көчәя бару характерлы.

Төркемләшеп эшләү кешенең борынгы бабаларына ачык ландшафт шартларында күбрәк куркынычсызлык, әре хайваннарны аулау мөмкинлеген тәэмин иткән, камилрәк эш коралларын ясау, балалар тәрбияләү, өлкәннәрне кайгырту һ.б. өчен буш вакытны күбрәк калдырган.

Эш коралларын ясау алымнарын буыннан-буынга тапшыра барганда гына, аларны камилләштерү мөмкин булган. Бу исә ауга йөрү, корал ясау тәҗрибәсен үзләштергән, ашарга яраклы һәм дару үсемлекләрен яхшы белгән, урында ориентлаша алган өлкән буын кешеләренең ролен күтәргән. Борынгы кешеләрнең кайсы төркемендә картлар яшьләргә үз тәҗрибәләрен өйрәткәннәр, яшәү өчен көрәштә шул төркем җиңеп чыккан. Коралны яхшырак итеп ясаучы һәм файдаланучы кешеләрнең популяцияләре әлеге осталыкка ия булмаган популяцияләрне яшәү өчен уңайсызрак районнарга кысрыклаган, бу исә аларның бетүенә китергән.

Күмәк ау, хезмәт эшчәнлеге, мәгълүматларны кабиләдәшләренә җиткерү зарурлыгы үзара хәбәрләшү системасыннан файдалануны таләп иткән, ә бу инде сөйләм үсешенә булышкан.

Катлауландырылган эш кораллары һәм хезмәт процесслары, уттан файдалану, ачык сөйләм барлыкка килү баш мие кабыгының тагын да үсешенә һәм фикерләүгә ярдәм иткән.

Антропогенезда биологик һәм социаль факторларның роле. Борынгы кешеләр эш коралларын камилләштерә, яңа, кырысрак урыннарны яшәү өчен һаман да активрак җайлаштыра барганнар: торак төзегәннәр, уттан файдаланганнар, хайваннар үрчеткәннәр, үсемлекләр үстергәннәр. Хезмәт тагын да төрлеләнә төшкән, хезмәт бүленеше барлыкка килгән, кешеләр яңа социаль мөнәсәбәтләргә кергәннәр. Кеше популяцияләрендә социаль мөнәсәбәтләрнең шактый катлаулы структуралары формалашкан. Австралопитекларда, питекантропларда һәм хәтта неандерталецларда да табигый сайланыш хәлиткеч роль уйнаган булса, кроманьонецларда социаль факторлар өстенлек алган.

Бик борынгы һәм борынгы кешеләргә тышкы төзелешләрендә байтак үзгәрешләр килеп чыгу һәм шул ук вакытта эш коралларының чагыштырмача әкрен камилләшүе хас. Неоантроплар үсешендә үзгә закончалык күренә: соңгы 40 мең ел эчендә кешенең физик кыяфәте үзгәрмәгән диярлек, ләкин рухи дөньясы интенсив баеган,

интеллекты үскән, җитештерү үсеше гигант тизлектә барган. Хәзерге кеше өчен иҗтимагый-хезмәт мөнәсәбәтләре беренче һәм хәлиткеч факторга әверелгән.

Социаль үсеш нәтиҗәсендә Акыллы кеше барлык тереклек ияләре арасында мөһим өстенлек алган. Ләкин бу — социаль сфераның барлыкка килүе биологик факторлар йогынтысын юкка чыгарган дигән сүз түгел, ул бары тик аларның чагылышын гына үзгәрткән. Homo sapiens, төр буларак, биосфераның состав өлеше һәм аның эволюциясе продукты булып тора. Күзәнәк дәрәҗәсендә барган һәм табигатьтә универсаль әһәмияткә ия биологик процесслар закончалыгы кеше өчен дә тулаем характерлы.

Ләкин кеше, фән һәм техника казанышларын файдаланып, әйләнә-тирә чикләгән факторлар басымыннан шактый дәрәҗәдә азат. Табигый тирәлекне үзгәртеп, кешелек, үз популяцияләре үссен өчен, шартлар тудырган.

Кешелек җәмгыятенең хәзерге проблемалары. Кеше популяцияләренең сан ягыннан киңәюе кешеләрнең биологик сыйфатлары күтәрелүгә һич кенә дә булышмый. Физик һәм акыл хезмәтләрен һәрьяклап җиңеләйтүгә омтылу, җәмгыятьнең техник информатизациясе бу хәлне кискенләштерә. Кешеләр чынбарлыкны «виртуальләштерү»гә кадәр барып җиткән табигый биологик активлык имитацияләреннән һәм суррогатларыннан күбрәк файдалана баралар. Кешелек җәмгыяте өчен, гомумән, табигатьтә хайван популяцияләренә хас булмаган күренешләр характерлы. Кеше популяцияләрендә нәселдән килгән авыруларның генетик йөге, авыруларга бирешүчәнлек, яман шеш авырулары, гаять күп санлы инфекцион авырулар, психик һәм аллергик тайпылышлар, дезадаптация күренешләре һ.б. туплана. Зур шәһәрләрдә яшәүче күпчелек кешеләрдә кайчак хайваннарның тыгыз популяцияләрендә очрый торган стресс билгеләре: неврозлар, агрессивлык, физик үрчемлелек киму һ.б. күзәтелә. Күп кешеләр яшәү һәм эшләү сәләтен фәкать ясалма җайланмалар (протезлар, органнар эшчәнлегенең механик стимуляторлары, ишетү аппаратлары, күзлекләр һ.б.) һәм дарулар ярдәмендә генә саклыйлар.

Халык саны тиз арту икътисади проблемалар гына тудырып калмый, кешеләр арасында социаль тигезсезлек тә китереп чыгара. Кешелек җәмгыятендә байлыклар алуның максималь мөмкинлекләре белән аларның күпчелек кешеләр өчен реаль файдалана алу мөмкинлеге арасында аерма күзәтелә. Хәзерге кешелек цивилизациясендә кешеләрнең яшәүгә өмете тигез булмавы шул дәрәҗәгә җитте ки, табигатьтә хайваннарның бер тотрыклы төре эчендә андый хәл беркайчан да була алмый.

Хәзерге вакытта кешелек дөньясы планетабызда табигый ресурсларның бик чикләнгән булуын аңлый башлады, шул ук вакытта хәзерге цивилизациянең нигезен базар икътисады һәм кулланучылар җәмгыяте тәшкил итә. Бүгенгесе көндә кешегә яшәү өчен кирәксез генә түгел, ә бәлки аңа каршы юнәлтелгән (корал, агулагыч матдәләр, наркотиклар, алкоголь, тәмәке һ.б.) ихтыяҗлар стимуллаштырыла һәм продукцияләр җитештерелә.

Мондый хәл озакка сузыла алмый, чөнки ахыр чиктә аның хәзерге кешелек цивилизациясен кризиска һәм, ихтимал, Акыллы кешенең төр буларак деградацияләшүенә, юкка чыгуына китерүе котылгысыз.

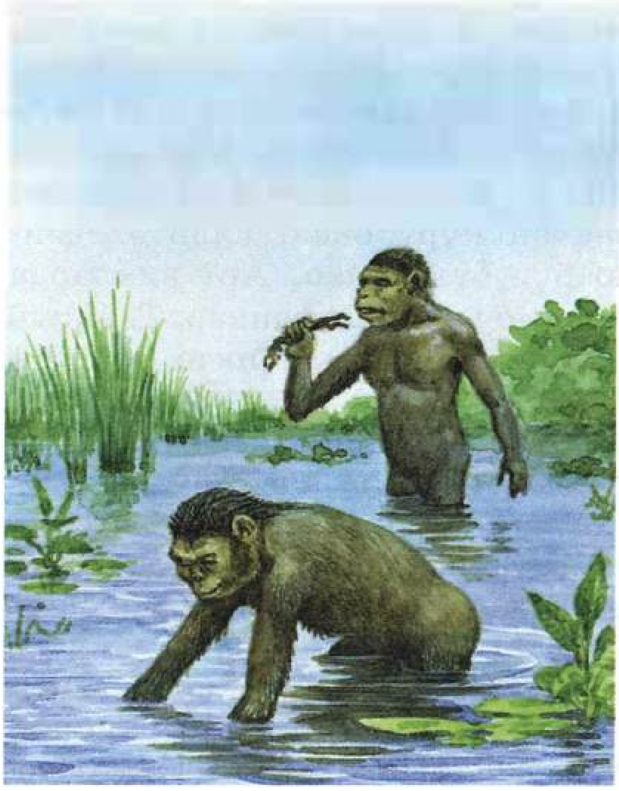
Антропогенезның социаль факторлары: хезмәт эшчәнлеге, иҗтимагый яшәү рәвеше, сөйләм һәм фикерләү.

1. Антропогенезның башлангыч этапларында нинди факторлар хәлиткеч әһәмияткә ия булган?
2. Антропогенезның сезгә нинди социаль факторлары билгеле?
3. Ни өчен антропогенез процессының башында кешенең морфологик һәм анатомик төзелешендә тиз үзгәрешләр булган, ә соңгы 40 мең ел эчендә кешенең кыяфәте бөтенләй диярлек үзгәрмәгән?
4. Планетабызда халык саны тиз арту нәрсә белән аңлатыла?
5. Кешенең эволюциясе тукталды дип әйтеп буламы?

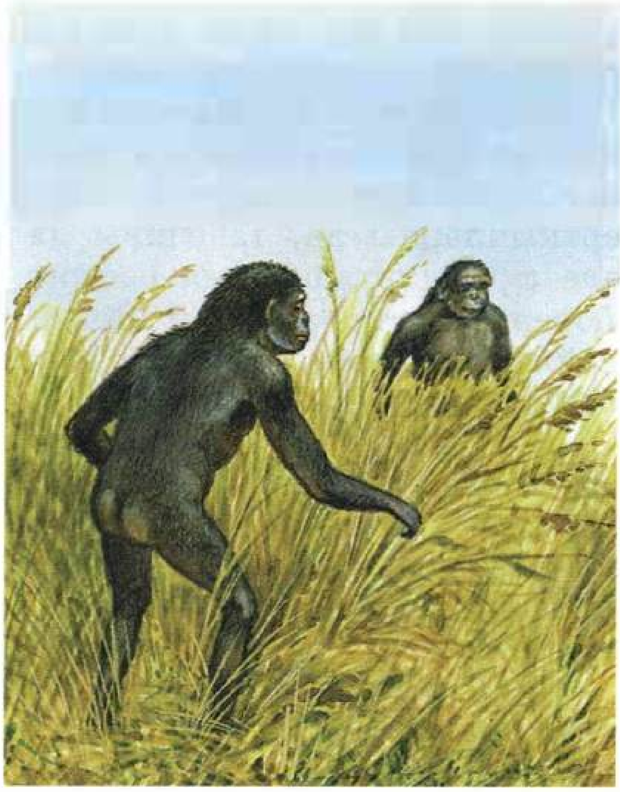
§ 72 Кешенең иң борынгы туган җире

1. **Кешенең хайваннардан башлангыч алуын нинди билгеләр раслый?**
2. **Сезгә хәзерге кешенең борынгы бабаларының нинди казылма формалары билгеле?**
3. **Туры басып йөрүнең таралуын антропогенезның нинди факторлары тәэмин иткән?**

Кешенең килеп чыгышы турында гипотезалар. Туры басып йөрүнең хәлиткеч фактор булуы, шуның аркасында кешенең маймылсыман борынгы бабаларының алгы очлыклары атлап йөрүдән бушавы һәм, азык табу яки дошманнарыннан саклану өчен, таяк яисә таш эше кораллар куллана алуы турында галимнәрнең фикерләре уртак. Ләкин кешенең борынгы бабаларын туры басып йөрергә нәрсә мәҗбүр иткән соң? Бу җәһәттән берничә гипотеза бар. XX гасырның



112 нче рәсем. *Кешенең борынгы бабалары су тирәсендә килеп чыкканлыгы турындагы гипотеза*



113 нче рәсем. *Кешенең борынгы бабалары ачык саванналарда килеп чыкканлыгы турындагы гипотеза*

80 нче елларында антрополог Ян Линдблад кешенең борынгы бабаларының су тирәсендә килеп чыгуы турында гипотеза тәкъдим итә (112 нче рәсем). Аның буенча, маймылсыман тереклек иялəре, сай ләмдә көн күреп, суда азык эзләгәндә һәм суны ерып чыкканда, арт очлыкларына басып, гәүдәләрен өскә таба күтәрергә мәҗбүр булганнар. Бу туры басып йөрү формалашуга булышлык иткән. Ләмдә азык эзләү бармаклар белән капшауны таләп иткән, монысы исә алгы очлыкларның кулга әверелүенә китергән. Моллюск кабырчыкларын алар таш белән ватканнар. Кабырчык ярыгыннан аның эчен суыру иреннәр һәм телнең хәрәкәтчәнлеген арттырган, бу инде алга таба сөйләм килеп чыгуга ярдәм иткән. Суда май катлавы тән җылысын саклаган, ә чыланучан йон капламының кирәге калмаган һәм акрынлап юкка чыккан. Шул рәвешле, кешенең йон капламсыз, ике аякта йөрергә сәләтле ерак бабалары үсеш алганнар.

Әлеге гипотезаның оригинальлегенә карамастан күпчелек галимнәр башка караштa торалар (113 нче рәсем). Алар 8—10 млн еллар элек, климат үзгәрү сәбәпле, урманнар каплап торган гаять зур мәйданнар саванналарга әйләнгән дип саныйлар. Саванналар — биек

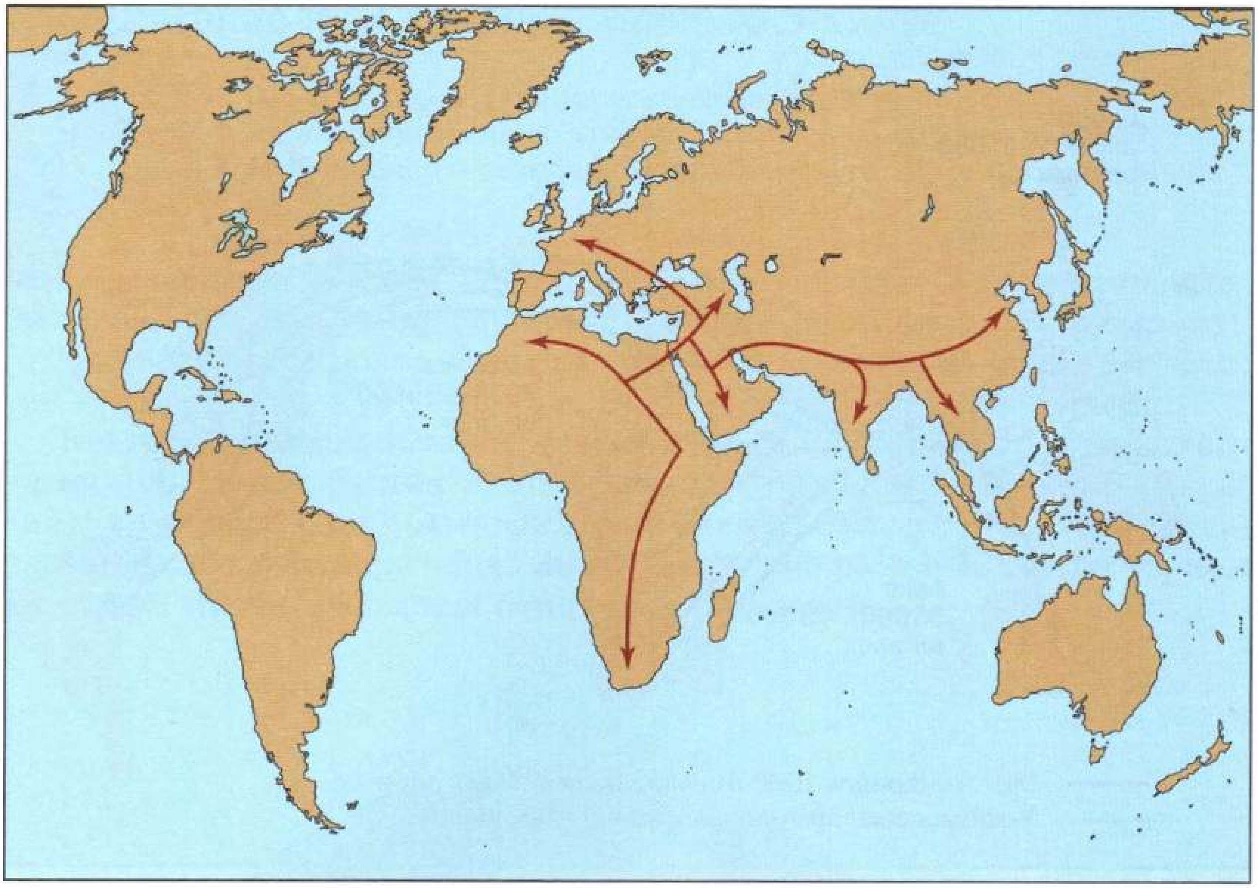
үләннәр каплап алган дала киңлекләре. Ә менә агачлар анда чагыштырмача сирәк агачлыклар, кечкенә урманнар булып үскәннәр. Гоминидларның борынгы бабалары агач башларыннан җиргә төшкәннәр һәм саванналарга таралганнар. Азык кытлыгыннан алар вак хайваннарны аулый башлаганнар. Биек үләннәр арасыннан ерткычларны да, табышны да ерактан күрү өчен, алар әледәнәле дүрт аяктан торып басарга мәҗбүр булганнар. Арт аякларда йөрергә сәләтле затлар уңайлырак хәлдә булып чыкканнар. Табигый сайланыш нәкъ менә шул юнәлештә барган, ахыр чиктә бу туры басып йөрүгә китергән.

Көтүләре белән йөреп, гоминидларның борынгы бабалары дошманнардан яхшырак сакланганнар һәм, ташлар, таяклардан файдаланып, хәтта эре хайваннарны аулый алганнар. Тора-бара без югарыда сөйләгән антропогенез факторлары йогынтысында гоминизация (кешегә әйләнү) процессы беренче кешеләр килеп чыгуга китергән.

Кешенең иң борынгы туган җире. Шулай да кешенең иң борынгы туган җире кайда урнашкан соң? Антропогенезның иң башлангыч стадияләре планетабызның кайсы районында узган? Палеонтологлар, антропологлар һәм археологлар кешелек килеп чыгу мөмкин булган үзәкләр сыйфатында Җир йөзенең төрле районнарын атаганнар. Африка һәм Көньяк Азияне ешрак күрсәткәннәр. Бу нәкъ менә шул районнарда прогрессив билгеләргә ия рамапитекларның мәетләре табылу белән аңлатыла. Ләкин хәзерге вакытта галимнәр гоминизация процессының язмышы Азия һәм Африка континентларында охшаш булмаган дип исәплиләр. Плиоценда (якынча 7—8 млн ел элек) Көньяк Азиядә климат кискен үзгәргән. Яшәү шартлары гоминидлар өчен уңайсыз була башлаган, бу исә аларның үлеп бетүләренә яки Җир шарының башка районнарына күчеп китүләренә сәбәп булган.

Африкада, бигрәк тә аның көнчыгыш экватор янында, киресенчә, гоминидларга яшәү өчен уңайлы шартлар туган. Шуңа күрә гоминизация процессы дәвам иткән, шушы вакытта гоминидлар хайваннардан тулысынча аерылу һәм кешегә хас үзенчәлекле билгеләр барлыкка килү дәрәҗәсенә килеп җиткәннәр.

Иң борынгы кешеләрнең, Африкада формалашып, Азиягә һәм башка континентларга күчеп киткән булулары ихтимал. Аннары Азиядә антропогенез бик актив барган, нәтиҗәдә тора-бара Туры басып йөрүче кешеләр төркеме аерылган. Алар, тиз таралып, яңа районнарны биләгәннәр һәм, ихтимал, Африкага кире әйләнеп кайткан булырга тиешләр (114 нче рәсем). Шунда африкалылар һәм азиялеләр тибындагы борынгы кешеләрнең кушылуы (метислашуы)



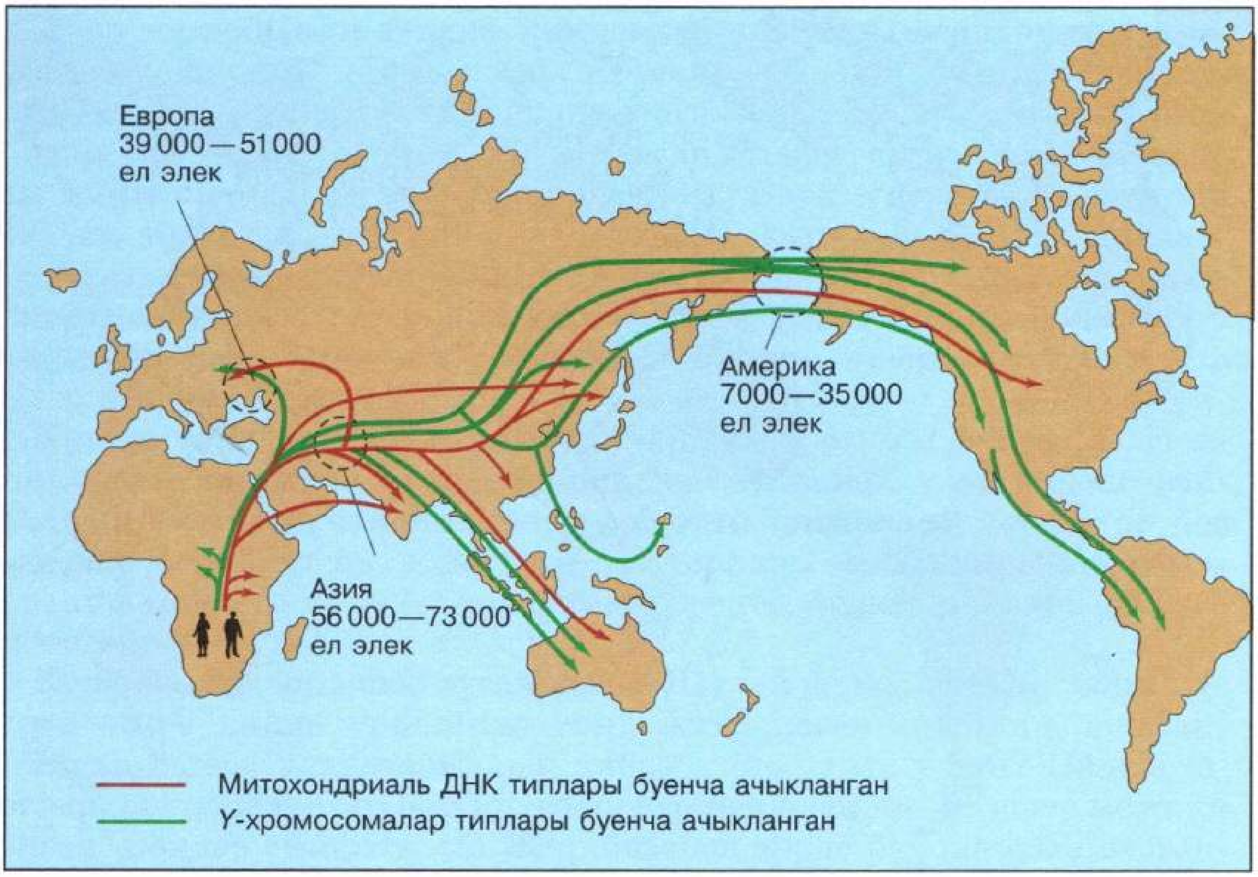
114 нче рәсем. *Туры басып йөрүче кешенең миграция юллары*

баргандыр һәм ул антропогенез процессына булышлык иткәндер дип фаразларга мөмкин.

XX гасыр ахырында кеше барлыкка килү проблемаларын чишүгә молекуляр биология һәм генетика катнаша башлый. Хәзерге тип кешенең формалашу вакытын һәм урынын ачыклау өчен, молекуляр-генетик методлар ярдәмгә килә. Мәсәлән, митохондриаль ДНКның структурасы үзгәрүчәнлегенең дөньядагы бүленешен ачыклау буенча Америка тикшеренүчеләре үткәргән анализ хәзерге тип кешеләренең Сахарадан көньяктарак 200 меңләп ел элек килеп чыгуларын фаразларга мөмкинлек бирә. Галимнәр, төр барлыкка килү чорында, популяцияне 10 000 чамасы кеше тәшкил итүен ачыклаганнар.

Хәзерге вакытта галимнәрнең күпчелеге хәзерге физик типтагы кешеләр Африкада килеп чыкканнар һәм, аннан башка районнарга миграцияләнеп, архаик кешеләр төркемнәрен алмаштырганнар (115 нче рәсем) дип саный.

Шулай итеп, иң борынгы гоминидларның һәм хәзерге физик типтагы кешеләрнең борынгы туган җире Африка булу ихтималлыгы зуррак.



115 нче рәсем. *Неоантропларның таралу юллары һәм даталары (генетика мәгълүматлары буенча)*

Иң борынгы туган җир.

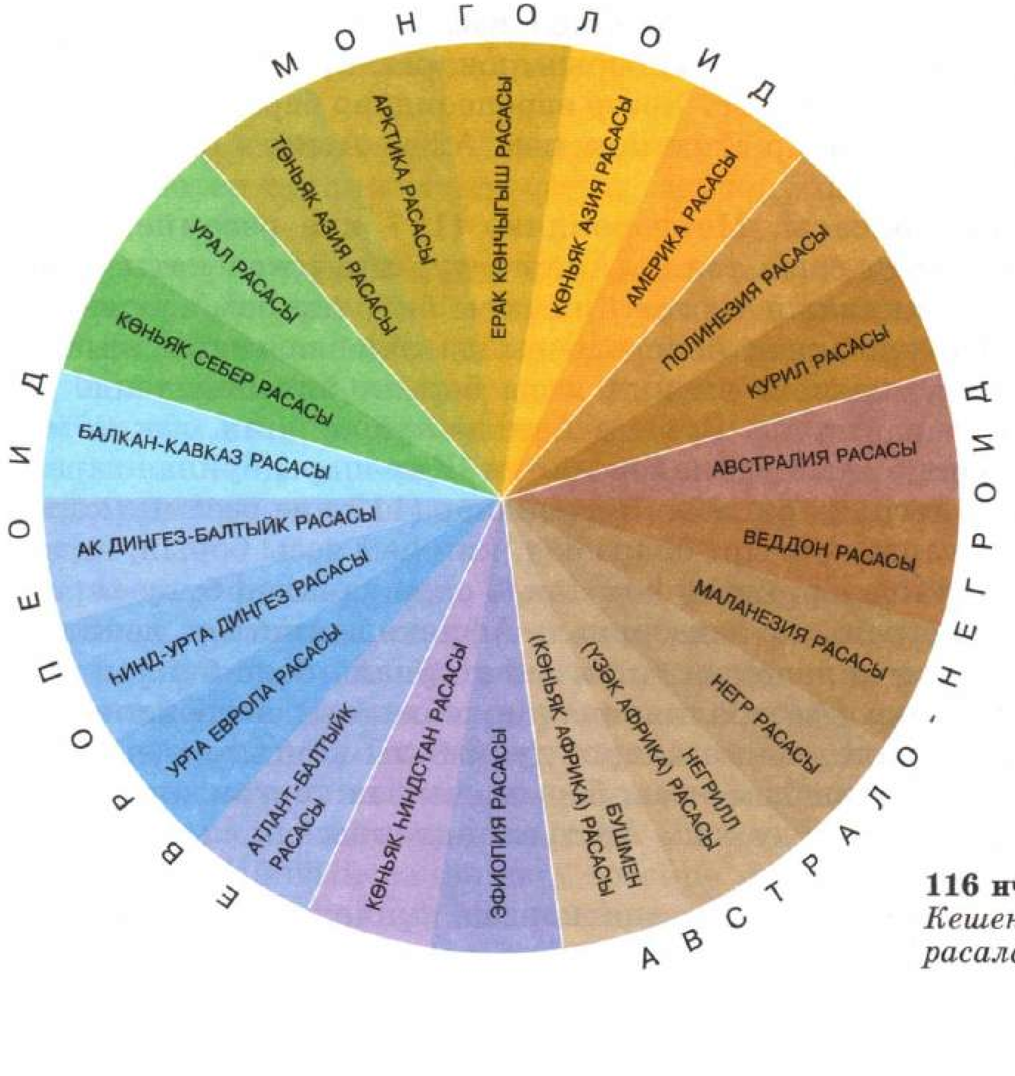
1. Галимнәр нилектән антропогенезның иң мөһим башлангыч этабы туры басып йөрүгә күчү булган дип исәплиләр?
2. Кешенең борынгы бабаларында туры басып йөрү формалашуга нәрсә булышлык иткән булырга мөмкин?
3. Ни өчен күпчелек галимнәр Африканы кешенең иң борынгы туган җире дип исәплиләр?
4. Төр барлыкка килү чорында борынгы популяцияләр сан ягыннан чама белән нинди булган?
5. Африка климатындагы нинди үзгәрешләр туры басып йөрергә мәҗбүр иткән?

§ 73 Расалар һәм аларның барлыкка килүе

1. Сез кешеләрнең нинди расаларын беләсез?
2. Эволюцион процессны нинди факторлар китереп чыгара?
3. Популяциянең генофонды формалашуга нәрсә йогынты ясый?

Кеше расалары — кешеләрнең Homo sapiens sapiens төре эчендә тарихи барлыкка килгән группировкалары (популяция төркемнәре). Расалар бер-берсеннән икенче дәрәҗә физик үзенчәлекләр: тире төсе, тән пропорциясе, күз уемы, чәч структурасы һ.б. белән аерыла.

Кеше расаларының төрле классификацияләре бар. Практик планда өч зур расага бүлгән классификация популяр: *европеоид* (Евразия), *монголоид* (Азия-Америка) һәм *австрало-негроид* (экваториаль) расалары. Бу расалар эчендә 30 га якын кече раса һәм төп өч төркем арасында күчеш расалары бар (116 нчы рәсем).



116 нчы рәсем. *Кешенең хәзерге расалары*

117 нче рәсем. *Негроид, монголоид һәм европеоид расалары вәкилләре*

Европеоид расасы. Бу раса кешеләренә (117 нче рәсем) аксыл тәнле, туры яки дулкынлы коңгырт-сары яисә куе коңгырт чәчле, соры, соргылт-яшел, коңгырт-яшел һәм зәңгәр зур күзле, уртача киңлектәге ияк, таррак туры борын, юкарак иреннәр, ир-атларның битләре куе төкле булу хас. Хәзер европеоидлар барлык материкларда яшиләр, ләкин алар Европада һәм Алгы Азиядә формалашканнар.

Монголоид расасы. Монголоидлар (117 нче рәсемне карагыз) сары яки коңгырт-сары тәнле. Аларга турыга үскән каты коңгырт чәч, яңак сөяге калкып торган киң яссы бит, тар һәм аз гына кыек коңгырт-кара күзләрнең өске кабагында эчке почмагы җыерчалы (эпикантуслы), шактый ук киң яссы борын, бит һәм тәндә сирәк төкләр булу характерлы. Бу раса Азиядә күбрәк яши, ләкин миграция нәтиҗәсендә аның вәкилләре бөтен Җир шары буйлап таралган.

Австрало-негроид расасы. Негроидлар (117 нче рәсемне карагыз) кара тәнле, аларга коңгырт бөдрә чәч, киң һәм яссы борын, коңгырт-кара яки кара күзләр, биттә һәм тәндә сирәк төкләр булу характерлы. Классик негроидлар экваториаль Африкада яшиләр, ләкин аларга охшаш типтагы кешеләр бөтен экваториаль пояс буйлап очрый.

Австралоидлар (Австралиянең җирле халкы) негроидлар кебек диярлек кара тәнле, ләкин аларга дулкынлы коңгырт чәч, зур баш һәм массив бит, киң һәм яссы борын, чыгып торган ияк, бит һәм тәндә шактый йон булу хас. Австралоидларны еш кына үзенә бер расага аералар.

Расаны тасвирлау өчен, аңа кергән күпчелек индивидуумнарга хас билгеләрне алалар. Ләкин һәр расада нәселдәнлек характе-

ристикаларының күп санлы вариацияләре очраганлыктан, шул расаның бөтен билгеләренә ия индивидуумны табу бөтенләй мөмкин түгел.

Расогенез гипотезалары. Кеше расалары барлыкка килү һәм формалашу процессы ***расогенез*** дип атала. Расаларның барлыкка килүен аңлаткан төрле гипотезалар бар. Кайбер галимнәр (*полицентристлар*) расалар бер-берсенә бәйсез рәвештә төрле борынгы бабаларыннан һәм төрле җирдә килеп чыкканнар дип исәплиләр.

Икенчеләре (*моноцентристлар*) расаларның, барлыкка килүендә һәм социаль-психик үсешләрендә уртаклык, шулай ук барлык расаларның физик һәм акыл үсеше бер үк дәрәҗәдә булып, бер үк борынгы бабадан башлангыч алуларын таныйлар. Моноцентризм гипотезасы нигезлерәк һәм дәлиллерәк булып тора.

Әлеге гипотезаны раслаучы түбәндәге фактларны күрсәтергә мөмкин:

— расалар арасындагы аерымлыклар икенче дәрәҗә билгеләргә генә кагыла, чөнки кеше төп билгеләрне расаларга аерылганчы күпкә элегрәк алган;

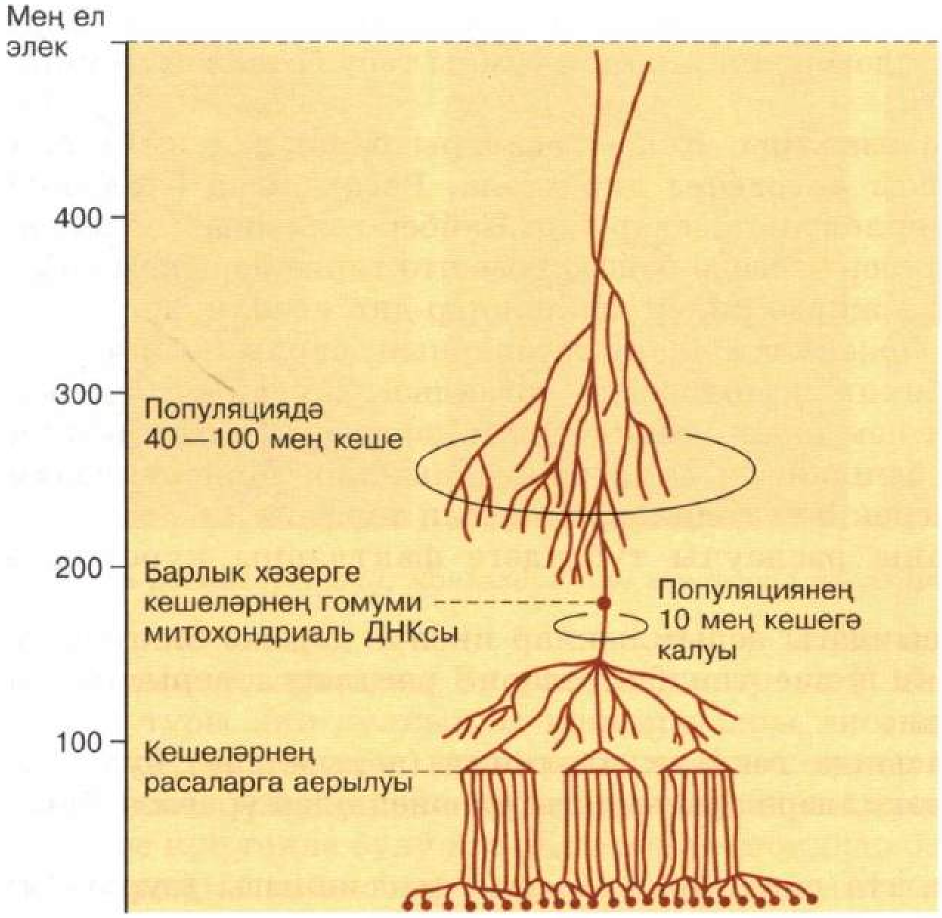
— расалар арасында генетик изоляция (аерымлану) булмый, чөнки төрле раса вәкилләре арасындагы өйләнешүләр үрчемле буын бирә;

— хәзерге вакытта скелетның гомуми массивлыгы (зурлыгы) кимү, бербөтен организмның үсеше тизләшү барлык раса вәкилләренә хас.

Моноцентризм гипотезасы файдасына молекуляр биология мәгълүматлары да дәлил булып тора. Төрле раса вәкилләренең ДНКсын өйрәнгәндә алынган нәтиҗәләр бердәм Африка тармагының негроидка һәм европеоид-монголоидка беренче тапкыр аерылуы якынча 40—100 мең ел элек булган дип раслау мөмкинлеген бирә. Европеоид-монголоид тармагы икенче тапкырда көнбатышка — европеоидларга һәм көнчыгышка — монголоидларга аерыла (118 нче рәсем).

Расогенез факторлары. Расогенез факторлары булып *табигый сайланыш, мутация, изоляция, популяцияләр кушылуы* һ.б. тора. Расалар формалашуда, бигрәк тә башлангыч стадияләрендә, табигый сайланышның әһәмияте зур була. Ул билгеле бер шартларда затларның тереклек сәләтен арттыручы адаптив билгеләрнең популяцияләрдә саклануына һәм таралуына булышлык итә.

Мәсәлән, раса билгесе — тән төсе — яшәү шартларына җайлашу булып тора. Табигый сайланыш тәэсире бу очракта кояш яктысы һәм организмда кальций балансын саклау өчен кирәкле, рахитка каршы D витамины синтезы арасындагы бәйләнеш белән аңлатыла.



118 нче рәсем. *Кешеләр генеалогиясе. Митохондриаль ДНК мутацияләре ешлыгыннан чыгып исәпләнгән генетик линияләр аерылу*

Бу витаминның артык булуы сөякләрдә кальций тупланугa китерә, аларны тиз сынучан итә, ә җитмәве рахитка илтә.

Тиредә меланин күп булган саен, организмга кояш радиациясе азрак үтә. Аксыл тире кешенең тән тукымаларына кояш яктысын эчкәрәк үткәрә, шулай итеп, кояш радиациясе кимрәк булган шартларда D витамины синтезын стимуллаштыра.

Икенче мисал — европеоидларның шактый күтәренке туры борыны борын-йоткылык юлын озынайта, бу исә салкын һаваның җылынуына булышлык итә, шул рәвешле, бугаз һәм үпкәне салкын тиюдән саклый. Негроидларның бик киң һәм яссы борыны җылыны күбрәк чыгарырга булыша.

Расизмга тәнкыйть. Расогенез проблемасын тикшергәндә, ***расизмга*** — кеше расаларының тигезсезлеге турындагы фәнгә каршы идеологиягә тукталып китү зарур.

Расизм әле колбиләүчелек җәмгыятендә үк туган, ләкин төп расизм теорияләре XIX гасырда формалашкан. Аларда бер расаның икенчесеннән, ак тәнлеләрнең кара тәнлеләрдән өстенлеге нигезләнгән, «югары» һәм «түбән» расаларга аерылган.

Фашистлар Германиясендә расизм дәүләт сәясәте дәрәҗәсенә күтәрелгән һәм басып алынган территорияләрдә «түбән» халыкларны кырып бетерүне аклау өчен хезмәт иткән.

АКШта XX гасыр уртасына кадәр ак тәнлеләрнең кара тәнлеләрдән өстенлеген һәм расалар арасында өйләнешүләргә юл куярга ярамавын пропагандалаганнар.

Шунысы кызык: XIX гасырда һәм XX гасырның беренче яртысында ак расаның өстенлеген расласалар, XX гасырның икенче яртысында инде кара һәм сары расалар өстенлеген пропагандалаучы идеологлар барлыкка килгән. Шулай итеп, расизм берничек тә фән белән бәйләнмәгән, бары тик сәясәт һәм идеология догмаларын акларга өндәгән.

Нинди расадан булуына карамастан, теләсә кем үз генетик нәселдәнлеге һәм социаль тирәлек «продукты» булып тора. Бүгенгесе көндә хәзерге кешелек җәмгыятендә үсә барган иҗтимагый-икътисади мөнәсәбәтләр расалар киләчәгенә йогынты ясый ала. Кеше популяцияләре гел хәрәкәттә булу һәм расаара өйләнешүләр нәтиҗәсендә, киләчәктә кешеләрнең бердәм расасы формалашыр дип фаразлыйлар. Шул ук вакытта, расаара өйләнешүләр нәтиҗәсендә, геннарның үз специфик җыелмалары белән яңа популяцияләр формалашырга мөмкин. Мәсәлән, хәзерге вакытта Гавай утрауларында, европеоид, монголоид һәм Полинезия расалары метислашуы нигезендә, яңа раса төркеме формалашып килә.

Шулай итеп, раса аерымлыклары кешеләрнең билгеле бер яшәү шартларына җайлашулары, шулай ук кешелек җәмгыятенең тарихи һәм иҗтимагый-икътисади үсеше нәтиҗәсе булып тора.

Кеше расалары. Европеоид, монголоид, австрало-негроид расалары. Расогенез. Расизм.

1. Нәрсә ул кеше расалары?
2. Расогенезга нинди факторлар йогынты ясаган?
3. Төрле расаларны характерлаган физик билгеләрнең формалашуын ничек аңлатып була?
4. Төр барлыкка килүдә һәм расогенезда табигый сайланыш тәэсирендәге аерымлык нәрсәдән гыйбарәт?
5. Ни өчен барлык расаларны да биологик караштан бертигез дип раслап була?
6. Моноцентризм гипотезасы файдасына нинди дәлилләр бар?
7. Ни өчен раса теорияләрен фәнни дип санап булмый?

Хәзерге җәмгыятьтә расаара мөнәсәбәтләр һәм расаара өйләнешүләр проблемалары турында фикер алышыгыз.

Бүлекнең кыскача эчтәлеге

Кеше эволюциясе, яки антропогенез, – кешенең эволюцион формалашуының тарихи процессы. Ул башка төр тере организмнарның эволюциясеннән сыйфаты белән аерыла, чөнки биологик һәм социаль факторларның үзара йогынтысы нәтиҗәсе булып тора.

Кешенең килеп чыгышы турында хәзерге фәнни күзаллауларның нигезендә аның хайваннар дөньясыннан аерылып үсеш алуына ярашлы концепция ята.

Кеше һәм кешесыман маймыллар үсеше ул – эволюциянең бер-бер артлы килгән баскычлары түгел, ә бәлки эволюциянең параллель тармаклары, эволюцион яктан караганда алар арасында аерма бик тирән.

Антропогенезның дүрт этабын аерып күрсәтәләр:

– кешенең элгәрләре – австралопитеклар;

– иң борынгы кешеләр – прогрессив австралопитеклар, архантроплар (питекантроплар, синантроплар, гейдельберг кешесе һ.б.);

– борынгы кешеләр – палеоантроплар (неандерталецлар);

– хәзерге анатомик типтагы казылма кешеләр – неоантроплар (кроманьонецлар).

Кешенең тарихи үсеше, тере организмнарның нәкъ башка төрләре формалашкан кебек, биологик эволюциянең шул ук факторлары йогынтысында барган. Әмма кеше өчен терек табигатькә генә хас шундый күренеш характерлы: антропогенезга социаль факторлар (хезмәт эшчәнлеге, иҗтимагый яшәү рәвеше, сөйләм һәм фикерләү) йогынтыны күбрәк ясый бара.

Хәзерге кеше өчен беренче урында иҗтимагый-хезмәт мөнәсәбәтләре тора.

Социаль үсеш нәтиҗәсендә Акыллы кеше барлык тереклек ияләре арасында өстенлек алган. Ләкин социаль сфераның барлыкка килүе биологик факторларның йогынтысы бетүне аңлатмый. Социаль сфера аларның бары тик чагылышын гына үзгәрткән. Homo sapiens, – төр буларак, биосфераның состав өлеше һәм аның эволюциясе продукты.

Кеше расалары – кешеләрнең морфологик һәм физиологик билгеләр охшашлыгы белән характерланган, тарихи барлыкка килгән группировкалары (популяцияләр төркемнәре). Раса аерымлыклары билгеле бер тереклек шартларына җайлашу, шулай ук кешелек җәмгыятенең тарихи һәм иҗтимагый-икътисади үсеше нәтиҗәсе булып тора.

Өч зур расаны: европеоид (Евразия), монголоид (Азия-Америка) һәм австрало-негроид (экваториаль) расаларын аерып күрсәтәләр.

бүлек

8 Экология нигезләре

Бу бүлекне өйрәнеп, сез түбәндәгеләрне белерсез:

- *экология нәрсәне өйрәнә һәм ни өчен аның нигезләрен һәр кеше белергә тиеш;*
- *тирәлектә абиотик, биотик һәм антропоген факторларның әһәмияте нәрсәдә;*
- *тышкы тирәлек шартлары һәм популяцион төркемнең эчке үзлекләре аның вакыт эчендә сан ягыннан үзгәрү процессларында нинди роль уйный;*

- *организмнар арасындагы үзара бәйләнешләрнең төрле типлары турында;*
- *конкурентлык көрәшендә ахыргы нәтиҗәләрне билгеләгән мөнәсәбәтләр һәм факторларның үзенчәлекләре турында;*
- *экосистеманың составы, төп үзлекләре турында;*
- *экологик системаларның эшләп торуын тәэмин иткән энергия агышы һәм матдәләр әйләнеше, бу процессларда тере организмнарның роле турында.*

XX гасыр уртасында «экология» сүзе әле белгечләргә генә таныш була, хәзер исә ул бик популярга әйләнде; аны еш кына безне чолгап алган табигатьтә кайбер тискәре күренешләр турында сөйләгәндә кулланалар. Кайчак бу термин «җәмгыять», «гаилә», «мәдәният», «сәламәтлек» кебек сүзләргә кушып файдаланыла. Экология, дөрестән дә, кешелек алдында торган күпчелек проблемаларны үз эченә алырга сәләтле, шулкадәр киң колачлы фәнме соң?

§ 74 Экология нәрсәне өйрәнә

1. Нәрсә ул экология?
2. Сезгә нинди экологик проблемалар таныш?
3. Ни өчен экологик белемнәр җәмгыятьнең һәр әгъзасына кирәк?

Экологиянең фән буларак үсеше. Кеше үсешенең беренче адымнарыннан ук табигать белән аерылгысыз бәйле. Ул, һәрдаим үсемлекләр һәм хайваннар дөньясына, аларның ресурсларына бәйлелеген тоеп яшәгәнлектән, үсемлекләр, җәнлекләр, балыклар, кошлар һәм башка организмнарның саны, тереклек итү рәвешләре белән көн дә исәпләшергә мәҗбүр булган. Әлбәттә, борынгы кешенең әйләнә-тирә турында күзаллаулары фәнни характерда булмаган, һәм ул аны һәрчак аңлап та бетермәгән, вакыт узу белән, ләкин нәкъ менә алар экологик белемнәр туплау чыганагы булып хезмәт иткәннәр.

Иң борынгы язмаларда ук инде төрле хайваннар һәм үсемлекләр, аталып кына калмыйча, тереклек итү рәвешләре турында кайбер мәгълүматлар бирелә. Күрәсең, әлеге кулъязма авторларының терек табигать вәкилләренә дикъкать итүләре кызыксыну йөзеннән генә булмагандыр, ә бәлки кешеләр тормыш-көнкүрешендә аларның кирәклеген танудан: киек җәнлекләргә һәм кошларга ау, балык тоту, чәчүлекләрне корткычлардан саклау һ.б. тәэсирләрдән килеп чыккандыр. Һәм, әлбәттә, кешеләр организмнар тереклегендә тирәлекнең әһәмиятен дә исәпкә алырга мәҗбүр булганнар.

«Экология» терминын 1866 елда немец биологы *Эрнст Геккель* тәкъдим итә. Ул грекча ике сүздән ясалган: oikos — йорт, торак, туган җир һәм «логос» — фән; сүзгә-сүз «яшәү тирәлеге турындагы фән» дигәнне аңлата. Киң мәгънәсендә ***экология*** ул — организмнар

һәм аларның бергәлекләре белән әйләнә-тирә арасында урнашкан үзара мөнәсәбәтләрне өйрәнә торган фән.

Мөстәкыйль фән буларак, экология XX гасырда гына формалаша, ә инде аның эчтәлеген ачкан фактлар, билгеләп үтелгәнчә, кешенең игътибарын бик күптәннән җәлеп итеп килгән. Экологиянең фән буларак әһәмиятен чын-чынлап хәзер генә аңлый башладылар. Бу — Җир йөзендә халык саны арту һәм кешенең табигый мохиткә йогынтысы көчәю аны тормыш өчен гаять мөһим бурычларны хәл итү зарурлыгы алдына кую белән бәйләп аңлатыла. Кеше, суга, азыкка, саф һавага булган ихтыяҗларын канәгатьләндерү өчен, үзен чолгап алган табигатьнең ничек төзелгән булуын һәм аның, барлык бәйләнешләре сакланган хәлдә, ничек эшләп торуын белергә тиеш. Экология нәкъ шул проблемаларны өйрәнә дә инде.

Экологиянең фундаменталь фәнни дисциплина булуын истә тотарга кирәк. Һәм аның законнарыннан, билгеләмәләреннән, терминнарыннан дөрес файдаланырга өйрәнү мөһим. Алар бит кешегә үзе яшәгән мохиттә үз урынын төгәл билгеләргә, табигый байлыклардан белеп һәм рациональ файдаланырга ярдәм итәләр.

XX гасырның икенче яртысында барлык хәзерге фәннәрнең үзенә бертөрле «экологияләшүе» бара. Бу хәл экологик белемнәрнең гаять зур роленә төшенү һәм кеше эшчәнлегенең еш кына, әйләнә-тирәгә зыян китереп кенә калмыйча, аңа тискәре йогынты ясап, кешеләрнең яшәү шартларын үзгәртеп, кешелек дөньясының яшәешенә куркыныч янавын аңлау белән бәйләнгән.

Әгәр экология үзенең башлангычында биологиянең состав өлешен тәшкил иткән булса, хәзерге экология инде гадәттән тыш киң сораулар төркемен колачлый һәм күпләгән чиктәш фәннәр, барыннан да бигрәк, биология (ботаника һәм зоология), география, геология, физика, химия, генетика, математика, медицина, агрономия, архитектура һ.б. белән тыгыз үрелеп үсә.

Соңгы вакытта экологиядә байтак фәнни тармаклар һәм дисциплиналарны: *популяцион экология, географик экология, химик экология, сәнәгать экологиясе, үсемлекләр, хайваннар, кеше экологиясен* аерып күрсәтәләр.

Хәзерге экологиянең барлык күптөрлелегенә карамастан аның бөтен юнәлешләре нигезендә тере организмнарның әйләнә-тирә белән мөнәсәбәтләре турындагы төп биологик идеяләр ята.

Экологиянең хәзерге җәмгыятьтәге роле. Табигать без уйлаганнан катлаулырак, ә күзаллаулардан тагын да күпкә катлаулырак. Экологиянең беренче законы «Без табигатьтә нинди генә гамәл кылсак та, барысы да теге яки бу нәтиҗәләргә, еш кына көтелмәгән хәлләргә китерә» дигән мәгънә бирә.

Димәк, эшчәнлегебезнең табигатькә ясаган тәэсирен һәрьяклап җентекле тикшергәннән соң гына, аның нәтиҗәләрен алдан күрергә мөмкин. Кешенең үзе яши торган тирәлеккә ни рәвешле йогынтысын һәм шартларны үзгәртүнең һәлакәткә китермәслек чикләрен табып эш итәргә мөмкинлек биргән экологик анализ ясау өчен, төрле фәнни белемнәрне файдалану зарур. Шулай итеп, табигый ресурсларны рациональ файдалану өчен, экология теоретик нигез булып тора.

Заман экологиясе — планетабызның бөтен тереклеге өчен зур практик әһәмияткә ия булган, универсаль, тиз үсүчән, комплекслы фән. Экология — киләчәк фәне, һәм, ихтимал, кешенең үз яшәеше бу фәннең прогрессына бәйле булачак.

Экология.

1. Экология нәрсә өйрәнә?
2. Хәзерге вакытта экологиянең роле нинди һәм ни өчен аны өйрәнергә кирәк?
3. Экологиядә сезгә нинди фәнни юнәлешләр билгеле?

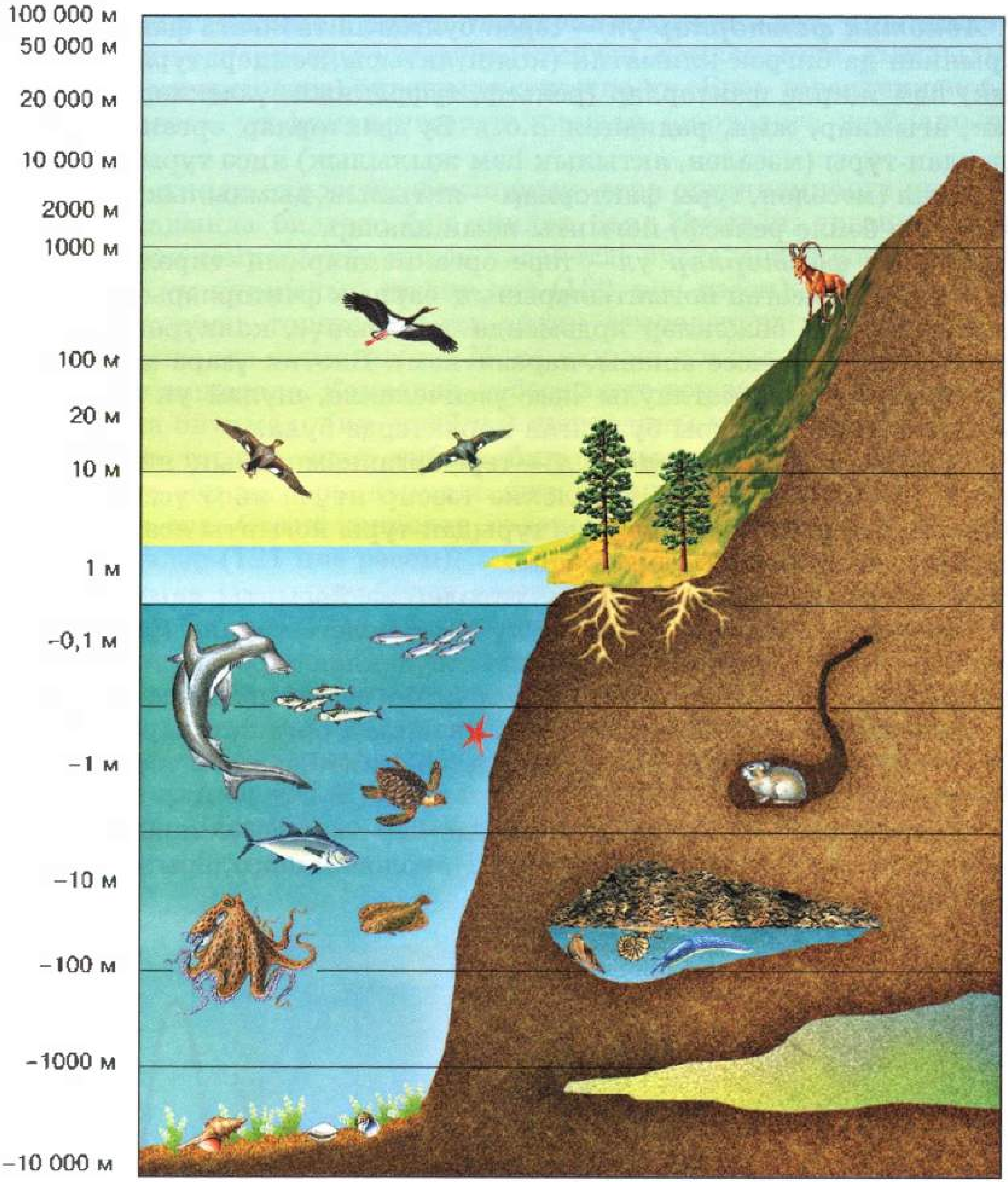
Үз белемнәрегездән чыгып, кешелек цивилизациясе үсешенең төрле этапларында кеше һәм табигать арасында урнашкан мөнәсәбәтләр турында хикәя төзегез.

§ 75 Организмнарның тереклек итү тирәлеге һәм аның факторлары

1. Сезгә нинди яшәү тирәлекләре билгеле?
2. Сез нинди экологик факторларны беләсез?

Табигатьтә тереклек ияләрен чолгап алган бар нәрсә ***яшәү тирәлеге*** дип атала. Җир йөзендә организмнар таралып үзләштергән төп дүрт яшәү тирәлеге бар. Бу — *су тирәлеге, коры җир-һава, туфрак* һәм, ниһаять, *тере организмнар үзләре барлыкка китергән тирәлек* (119 нчы рәсем). Аңлашыла ки, бу тирәлекләрнең һәрберсендә үз специфик яшәү шартлары була.

Тирәлек шартлары тереклек ияләренең яшәешенә һәм географик таралышына билгеле бер (уңай яки тискәре) йогынты ясый. Шуңа бәйле рәвештә тирәлек шартларына ***экологик факторлар*** итеп карыйлар.



119 нчы рәсем. *Тере организмнарның яшәу тирәлекләре*

Экологик факторлар. Үзлекләре буенча да, тере организмнарга йогынтылары буенча да экологик факторлар күптөрле. Шартлыча барлык факторлар төп өч төркемгә: *абиотик*, *биотик* һәм *антропоген* төркемнәргә бүленә.

Абиотик факторлар ул — терек булмаган табигать факторлары, барыннан да бигрәк климатик (кояш яктысы, температура, дымлылык) һәм җирле факторлар (рельеф, туфракның үзлекләре, тозлылык, агымнар, җил, радиация һ.б.). Бу факторлар организмнарга турыдан-туры (мәсәлән, яктылык һәм җылылык) яисә турыдан-туры булмаган (мәсәлән, туры факторлар — яктылык, дымлылык, җил һ.б. тәэсиренә бәйле рельеф) йогынты ясый алалар.

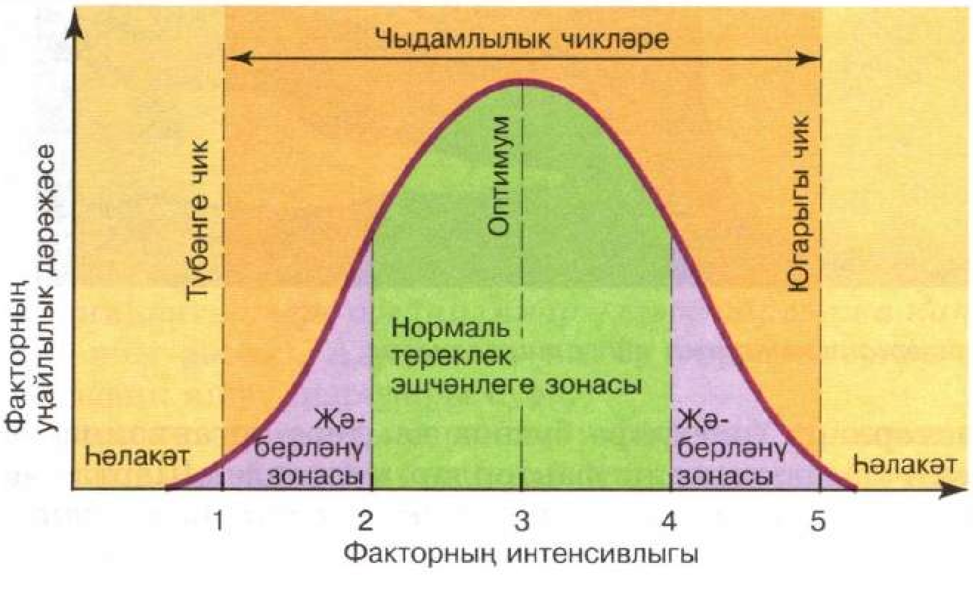
Биотик факторлар ул — тере организмнарның тирәлеккә һәм бер-берләренә ясаган йогынтыларының барлык факторлары (мәсәлән, үсемлекләрнең бөҗәкләр ярдәмендә серкәләнүе, конкуренция, бер организмны икенчесе ашавы, паразитизм). Биотик үзара мөнәсәбәтләр гадәттән тыш катлаулы һәм үзенчәлекле, шулай ук турыдан-туры һәм турыдан-туры булмаган характерда була.

Антропоген факторлар ул — тере организмнарның яшәү шартларын үзгәртеп, табигый тирәлеккә тәэсир итүче яисә үсемлек һәм хайваннарның аерым төрләренә турыдан-туры йогынты ясаучы кеше эшчәнлегенең барлык формалары.

Организмнар үзләре дә яшәү тирәлегенә йогынты ясый алалар. Мәсәлән, үсемлекләр капламы булу Җир өслеге тирәли (урман яки үләннәр ышыгында) температураның тәүлеклек тирбәнешләрен йомшарта, туфракның структурасына һәм химик составына йогынты ясый.

Табигатьтәге барлык экологик факторлар организмнар терeклегенә төрлечә тәэсир итә һәм аларның әһәмияте барлык төрләр өчен дә бертигез булмый.

Толерантлык. Табигый ки, билгеле бер тирәлектә яшәүче организмнарда нәкъ менә шул тирәлекнең экологик шартларына яраклы җайлашулар барлыкка килә.



120 нче рәсем. *Экологик факторның организмга тәэсире*

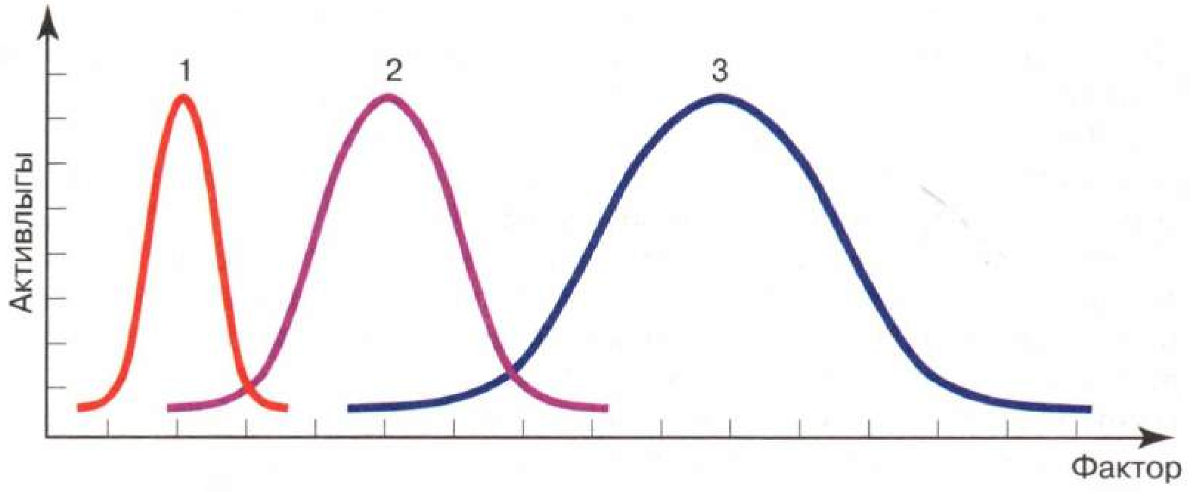
Әмма организмнар төрле ***толерантлыкка*** (лат. tolerantia — түзү) — яшәү шартлары үзгәрүгә (мәсәлән, температура, дымлылык, яктылык үзгәрешләре) бирешмәү сәләтенә ия. Бу — тереклекнең бик мөһим үзлеге, ул һаман үзгәреп торучан шартларга җайлашырга булыша.

Теләсә нинди экологик факторның тере организмнарга уңай йогынты ясавында билгеле бер чикләр бар. Мәсәлән, организм өчен артык түбән температура ничек һәлакәтле булса, артык югары булуы да шулай ук куркыныч тәэсир итә (120 нче рәсем). Графикта билгеле бер төрнең толерантлыгы, әйтик температурага, симметрияле кәкре рәвешендә күрсәтелгән. Моңа охшаш кәкреләр *толерантлык кәкреләре* дип атала. Кәкренең түбәсе әлеге төр затлары өчен бу фактор буенча оптималь (иң уңайлы) шартларны күрсәтә.

Кайбер төрләр өчен түбәсе бик очлы кәкреләр характерлы. Бу — әлеге төр затлары нормаль яши алган шартлар диапазоны бик тар дигән сүз. Сөзәк кәкреләр толерантлыкның киң диапазонына туры киләләр (121 нче рәсем).

Әгәр организм чыдам булса, аның киң таралуга ышанычы да зуррак. Ләкин бер экологик факторга чыдамлылык чикләренең киң булуы барлык факторлар буенча да шулай дигән сүз түгел әле. Мәсәлән, күп кенә җир-су хайваннары температураның шактый үзгәрүенә дә бирешмиләр, ләкин тиреләре аз гына кибүгә чыдый алмыйлар.

Чикләгеч факторлар. Экологиянең ***минимумлык законы*** буенча, *организмның көйле тереклек эшчәнлеген сыйфаты һәм микъдары ягыннан организмга кирәкле минимумга якын экологик фактор чикли.*



121 нче рәсем. *Төрле төрләрнең (1, 2, 3) билгеле бер фактор буенча толерантлык диапазоны*

Әгәр туфракта азот, фосфор һәм башка минераль матдәләр җитәрлек, ә калий аз булса, үсемлек андагы калийны тулысынча үзләштереп бетергәнче генә үсә.

Организмның үсешен үз ихтыяҗына карата йә җитмәгәннән, йә артык булудан тоткарлаган факторлар ***чикләгеч факторлар*** дип атала.

Организмнар адаптациясе. Организмнарның тышкы тирәлек шартларына җайлашу процессы һәм нәтиҗәсе *адаптация* дип атала.

Адаптация организмның төзелеше һәм тереклек эшчәнлеге белән теге яки бу экологик факторлар йогынтысына җайлашуын аңлата. Организмнарның тирәлек шартларына ярашкан җайланмалары арасында иң күренеп торганы — морфологик адаптацияләр, ягъни үсемлекләр һәм хайваннарның тышкы төзелешләрендәге үзенчәлекләр.

Организм һәм тышкы тирәлек арасындагы ярашканлык, анда тереклек итүчеләрнең циклик үзгәреп торган тышкы шартларга җавап бирүләре белән танышканда, ачык күренә. Тәүлек эчендә һәрдаим көннең төнгә алмашынуы яисә су күтәрелеше һәм чигенеше кебек, ел фасыллары алмашыну да кабатланучан, яки циклик, үзгәреш булып тора.

Циклик үзгәрешләрнең һаман кабатлана килгән йогынтысы организмнарның яшәү рәвешләренә шактый үзенчәлекләр кертә, алар шулай ук циклик характерда була, мәсәлән бөҗәкләрдә *диапауза* (физиологик тынлык халәте), яфраклы агачларның һәр көз яфрак коюы, су күтәрелеше-чигенеше булган зоналарда хайваннарның да китү һәм кабат кайту ритмы (мәсәлән, краблар), җәнлекләрдә мех куелыгы һәм еш кына төсе үзгәрүнең сезонлы циклы.

Күп кенә хайваннарда киң таралган уңайсыз шартларга җайлашу булып торган *миграция* дә яшәү рәвешенең сезонлы үзгәрешләренә керә. Яңа ышыклану урыннарын табу яки климаты үзгә өлкәләргә күмәкләшеп күчү (кошларның ел саен очып китүләре, төньяк боланнар миграциясе) — әнә шуларның мисалы.

Үсемлекләр һәм утрак хайваннар күчеп йөри алмыйлар. Нәкъ менә бу организмнарда сезонлы үзгәрешләр ачыграк күренә. Мәсәлән, корылык районнарында үскән сөтлегәннең (молочай) кайбер төрләре бер ел эчендә өч буын яфрак барлыкка китерә һәм һәр буынның яфраклар төзелеше үзенчәлекле. Кайберләренең дымлы сезонда чагыштырмача эре яфраклары була. Корырак сезонда алар коелалар, алмашка вак яфраклар яки тәңкәләр үсеп чыга. Кайчак алары да юкка чыга, ә үсемлек корылык чорларында яшел сабак һәм чәнечкеләр белән генә утыра.

Уңайсыз шартларга җайлашуның үзенә бер төре — *анабиоз*. Бу — организмның, тереклек эшчәнлеге сүлпәнәеп, хәтта яшәү чаткысы да күренми башлаган халәте. Андый халәт спораларга, коры орлыкларга, бер күзәнәкле организмнар, кайбер суалчаннар, буынтыгаяклылар, җир-су хайваннарына хас. Анабиоз халәтендәге организмнар чиктән тыш уңайсыз шартларга, мәсәлән, үтәдән-үтә туңуга чыдый алалар.

Яшәү тирәлеге. Экологик факторлар: абиотик, биотик, антропоген. Толерантлык. Чикләгеч факторлар. Минимумлык законы.

1. Нәрсә ул экологик факторлар? Сез экологик факторларның нинди төркемнәрен беләсез?
2. Организмнар таралган нинди яшәү тирәлекләрен беләсез? Тирәлекнең организм төзелешенә һәм тереклек эшчәнлегенә йогынтысын дәлилләгез.
3. Нәрсә ул толерантлык? Толерантлык кәкресе нәрсәне күрсәтә?
4. Минимумлык законының асылы нәрсәдән гыйбарәт һәм авыл хуҗалыгында аның таләпләрен үтәмәү нинди нәтиҗәләргә китерергә мөмкин?
5. Нәрсә ул адаптация? Организм тереклегендә ул нинди роль уйный?

Охшаш шартларда тереклек иткән хайваннарда һәм үсемлекләрдә адаптация (җайлашканлык) мисалларын китерегез.

§ 76 Яшәү тирәлеге һәм экологик урыннар

1. Нәрсә ул яшәү тирәлеге?
2. Нәрсә ул азык челтәре?
3. Нәрсә ул төрара көрәш?

Организмнарның яшәү тирәлеге. Белгәнегезчә, көрән аю урманда яши, ә ак аю тереклеген төньякта кар-бозлар арасында алып бара. Бу хайваннарны чүлдә очратып булмавын һәркайсыгыз әйтер, мөгаен. Безнең урман, дала, чүл, диңгез үсемлекләре һәм хайваннары турында сөйләгәнебез булды. Төгәлрәк әйткәндә, алар өчен характерлы ***яшәү тирәлекләрен*** күрсәттек. Әгәр эколог «яшәү тирәлеге», яки «тереклек итү тирәлеге», терминыннан файдалана икән, ул организм яшәгән урынны, аның «адрес»ын күз алдында тота дигән сүз.

Экологик урын (ниша). Табигатьтә бер үк территориядә күпләгән төрләрнең йөзләрчә популяцияләре тереклек итә. Белгәнегезчә, организмнар үзара көчле конкурентлык көрәше алып бара. Ә тынышып яши алулары аларның, төрле экологик урыннарны алып, бер-берсенә комачау итмәүләреннән килә.

Экологик урын теге яки бу төрнең тереклеге өчен кирәкле барлык яшәү шартлары комплексы, шулай ук төрнең биологик бергәлектәге роле белән билгеләнә. Аны организмның «профессиясе» дип әйтергә дә мөмкин. Мәсәлән, кенгуру, зебра һәм бизон систематикада бер-берләреннән ерак торалар, төрле континентларда яшиләр, ләкин дала киңлекләрендә охшаш урыннарны алалар. Шул ук вакытта үлән белән тукланучы хайваннар, бер үк урында тереклек итеп, төрле экологик урыннарны алырга һәм төрле биеклектә утлап йөрергә мөмкин. Мәсәлән, Африка саванналарында тояклылар көтүлектәге азыкны төрлечә ашый: зебралар үләннең очын гына кыркып йөри, антилопа-гну билгеле бер үсемлек төрләрен генә ашый, ә антилопа-топи биек сабаклар белән туклана (122 нче рәсем).

Бер үк үлән капламында төрле үсемлекләргә янәшә үсәргә аларның тамыр системалары су һәм минераль тозларны төрле тирәнлектән суыруы, ә үсемлекләрнең җир өстендәге өлеше, төрле биеклектә булып, бер-берсенә тулысынча күләгә ясамавы ярдәм итә. Бергә яшәгән кош төрләренең туклану рационы төрлечә, алар тәүлекнең төрле вакытында актив һәм, димәк, төрле урыннарны алалар.

Бергә яшәгән ырудаш төрләрнең экологик урыннары аерылуы балык белән тукланучы ике диңгез кошы — зур баклан һәм озын борынлы баклан — мисалында ачык күренә, алар, гадәттә, бер үк сулыкта тукланалар, янәшә оя коралар. Бу кошларның азык составы шактый аерылуы ачыклана: озын борынлы баклан — суның өске катламнарында йөзеп йөргән балыкларны, ә зур баклан азыгын күбрәк камбала һәм умырткасызлар, мәсәлән креветкалар, тереклек иткән су төбеннән эзли.

Бергәләшеп тереклек итүче төрләрнең экологик урыннары, өлешчә туры килсәләр дә, тулысынча беркайчан да тәңгәл килмиләр, чөнки бу очракта *конкурентлык искәрмәсе законы* эшли башлый һәм бер төр икенчесен кысрыклый. Мәсәлән, соры һәм кара күсе популяцияләре бергәләшеп яшәгәндә, сорылары караларны акрынлап кысрыклый.

Еш кына бер үк төр төрле яшәү урыннарында яки географик районнарда төрле урыннарны алырга мөмкин. Моңа кеше үзе яхшы мисал булып тора. Кайбер илләрдә ул күбесенчә — ит белән тукланучы, ә икенчеләрендә үсемлекләр белән тукланучы азык җирлекләрен

123 нче рәсем. *Энә карагы һәм аның личинкасы (наяда)*

ерткычлар һәм корбаннар турында барса да, бөтен бергәлек файдасына эшләргә булышлык итә.

Ниндидер сәбәпләр аркасында төр юкка чыккан очракта, аның экологик урынын иртәме-соңмы бергәлектә шул ук функцияләрне башкарган башка төр ала.

Яшәү тирәлеге. Экологик урын (ниша).

1. «Яшәү тирәлеге» һәм «экологик урын» төшенчәләренең аермасы нәрсәдә?
2. Төрле төрләр бер үк экологик урынны алырга мөмкинме?
3. Бер үк төр төрле экологик урыннарны алырга мөмкинме? Бу нәрсәгә бәйле?
4. Бергәлекләр тормышында экологик урыннар нинди әһәмияткә ия?

122 нче рәсемне җентекләп карагыз. Африка саванналарында үсемлек азык белән тукланучы хайваннар бер үк урынны аламы, әллә төрленеме? Җавабыгызны дәлилләгез. 123 нче рәсемне игътибар белән карагыз. Энә карагы һәм аның личинкасы бер үк урынны аламы, әллә төрленеме? Җавабыгызны дәлилләгез.

122 нче рәсем. *Африка саванналарының тояклы хайваннары*

ала. Күпчелек очракларда кеше төрле азык белән тукланучы булып тора.

Моңа охшаш мисаллар бөҗәкләр арасында да күп. Мәсәлән, кабыгашар-типограф — Себердә һәм Россиянең Европа өлешендә башлыча чыршы корткычы, ә Кавказда наратка зыян салучы.

Моннан тыш, бер үк төр үсешенең төрле чорларында төрле экологик урыннарны алып торырга мөмкин. Мәсәлән, чукмарбаш — үсемлек азык белән, ә олы бака хайван азык белән туклана.

Бер үк яшәү тирәлегендә күпләгән урыннар була. Һәрбер төр үзенә урынны конкурентлык көрәше вакытында башкалардан тартып ала. Организмнарның болай специальләшүе, бер яктан, тереклек итәргә яраклы бөтен пространстводан һәм азык чыганакларыннан тулырак файдаланырга мөмкинлек бирсә, икенче яктан, сүз хәтта

§ 77 Экологик бәйләнешләрнең төп типлары

1. Сезгә тирәлекнең нинди биотик факторлары таныш?
2. Конкурентлык көрәшенең нинди төрләрен беләсез?
3. Нәрсә ул симбиоз?

Организмнарның үзара экологик тәэсир итешүләре. Табигый шартларда һәр тере организм аерымланып яшәми. Аның тирә-юнендә терек табигатьнең күпләгән башка вәкилләре яши. Һәм алар бар да бер-берсе белән үзара тәэсир итешә. Организмнарның үзара тәэсир итешүе, шулай ук аларның тереклек шартларына йогынтысы тирәлекнең биотик факторлары җыелмасы булып тора. Организмнарның ачыктан-ачык экологик тәэсир итешүләре азык һәм пространство бәйләнешләрендә чагыла.

Барлык биотик тәэсир итешүләрне 6 төркемгә бүләргә мөмкин:

— (0 0) — организмнар бер-берсенә йогынты ясамый;

— (+ +) — организмнар арасында үзара файдалы бәйләнешләр — симбиотик мөнәсәбәтләр урнаша;

— (– –) — һәр ике организм өчен дә зарарлы мөнәсәбәтләр;

— (+ –) — организмнарның берсе үзенә файда ала, икенчесе җәберләнә;

— (+ 0) — бер төр үзенә файда ала, икенчесе зыян күрми;

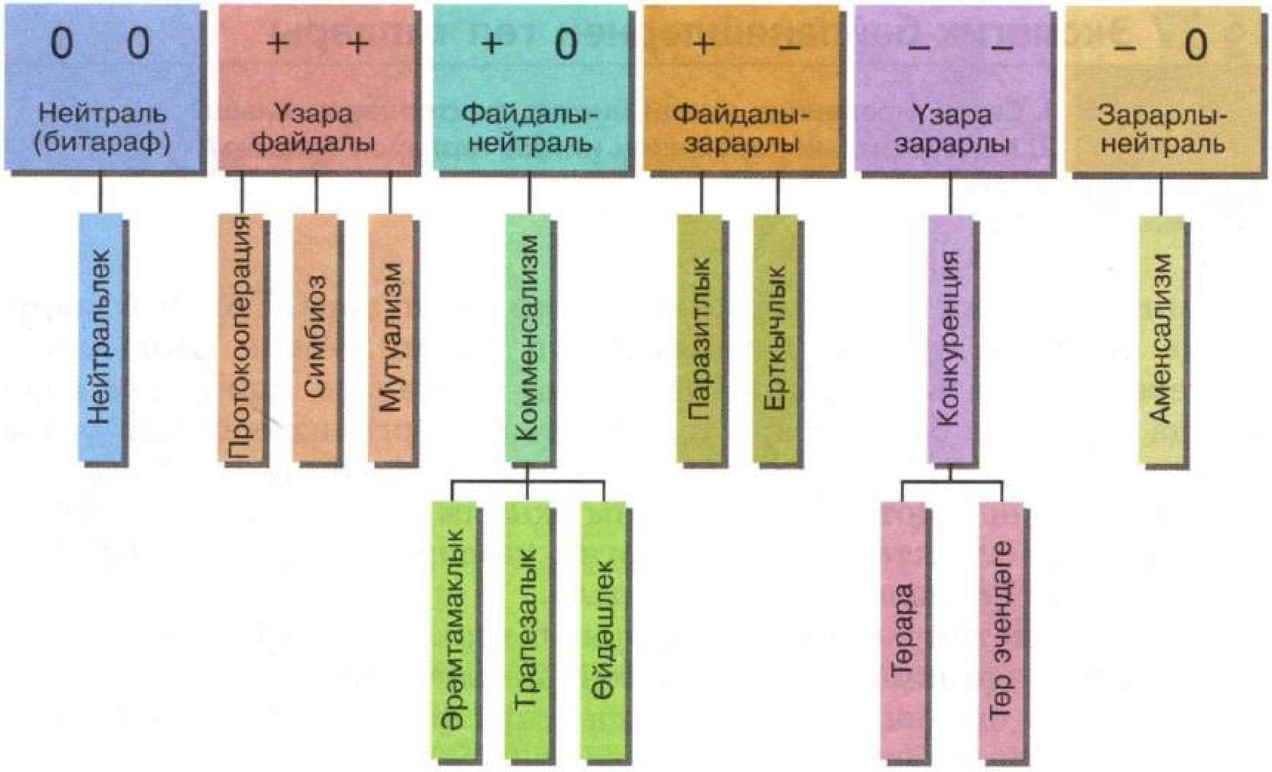
— (– 0) — бер төр җәберләнә, икенчесе файда алмый.

Экологик тәэсир итешүләрнең типлары. Тәэсир итешүләрнең төп типларын гомуми планда алып тикшерик (124 нче рәсем).

Әгәр организмнар бер-берсенә йогынты ясамаса, бу ***нейтральлек*** (0 0) була. Табигатьтә чын нейтральлек — сирәк күренеш, чөнки барлык төрләр арасында турыдан-туры булмаган, яки читләтеп, тәэсир итешүләр булуы мөмкин, без аның нәтиҗәсен үзебезнең белеп бетермәгәнлегебездән генә күрә алмыйбыз.

Бергәләшеп тереклек итүче төрләрнең берсе икенчесенә тискәре йогынты ясаса, соңгысы җәберләнә, ә җәберләүче файда да, зыян да күрми — бу ***аменсализм*** (– 0) (гр. а — каршы кую кисәкчәсе һәм лат. mensa — өстәл, трапеза) була. Аменсализм мисалы — чыршы төбендә үскән яктылык яратучы үсемлекләр артык күләгәдән интегәләр, ә агач үзе моңа битараф.

Бер төр, ниндидер өстенлек, файда алып, башкага ни зыян, ни файда китерми, бу ***комменсализм*** (+ 0) (лат. com — белән, бергә һәм mensa — өстәл, трапеза) була. Мондый типтагы мөнәсәбәтләр табигатьтә киң таралган. Мәсәлән, эре имезүчеләр (этләр, боланнар) тигәнәк ише чәнечкеле җимеш һәм орлыкларны тараталар, ә үзләре



124 нче рәсем. *Үзара экологик тәэсир итешуләрнең төп типлары*

моннан файда да, зыян да күрмиләр. Комменсализм ул — бер төр организмнарның икенчесен, аңа зыян китермичә, берьяклы файдалануы. Аның берничә төре очрый.

Әрәмтамаклык (нахлебник) (*искәрмә:* искергән сүз) — хуҗадан калган азыкны куллану. Тундрада ак төлке, ак аю эзеннән барып, аннан калган азыклар белән туклана.

Трапезалык (*кумәк туклану*) — бер үк ресурсның төрле матдәләрен һәм өлешләрен куллану. Моның мисалы — черегән үсемлек калдыкларыннан органик матдәләрне эшкәрткән туфрак бактерияләре-сапрофитларының төрле төрләре һәм алар эшкәрткәндә барлыкка килгән минераль тозларны кулланган югары төзелешле үсемлекләр арасындагы үзара мөнәсәбәтләр.

Өйдәшлек — кайбер төрләрнең башкаларны (аларның тәннәрен яисә ояларын) ышыклану яки яшәү урыны сыйфатында файдалануы. Үзара мөнәсәбәтләрнең әлеге тибы үсемлекләрдә киң таралган. Моның мисалы булып лианалар һәм агач кәүсәсенең үзендә һәм ботакларында үскән эпифитлар (орхидеялар, лишайниклар, мүкләр) хезмәт итә. Кош ояларында һәм кимерүче хайван өннәрендә буынтыгаяклыларның күп төрләре тереклек итә; кайбер балыклар чаккыч күзәнәкләре булган медузалар һәм актинияләрнең карма-

вычлары арасына кереп качалар. Горчак балыгы уылдыгын ике кабырчыклы моллюск мантиясенә сала, ләкин үзе аңа зыян китерми.

Табигатьтә ике як өчен дә файдалы бәйләнешләр еш очрый, бу мөнәсәбәтләрдән ике төр организмнары да үзара файда күрә.

Үзара файдалы биотик бәйләнешләрнең бу төркеменә организмнарның күптөрле симбиотик мөнәсәбәтләре (+ +) керә.

Организмнарның уртак тереклеге, бергә яшәүнең билгеле бер дәрәҗәсе мондый мөнәсәбәтләрнең мәҗбүри шарты булып тора.

125 нче рәсем. *Ялгыз кысла (рак-отшельник) һәм актиния*

Үзара файдалы бәйләнешләрнең иң гадие — ***протокооперация*** (сүзгә-сүз: беренчел хезмәттәшлек) (+ +). Бу формада бергәләшеп яшәү ике төр өчен дә файдалы, ләкин алар өчен мәҗбүри түгел. Мондый мөнәсәбәтләргә мисал итеп кырмыскаларның кайбер урман үсемлекләре орлыкларын таратуын, бал кортларының төрле үсемлекләрне серкәләндерүен китерергә мөмкин. Бу очракларда партнёрларның билгеле бер парлары арасында кирәкле тыгыз бәйләнеш булмый.

Аерым төрләргә кергән ике организмның, бер-берсенә файда китереп, уртак тереклек итүенә корылган симбиотик мөнәсәбәтләр ***мутуализм*** (+ +) дип атала. Мәсәлән, ялгыз кысла белән актиниянең (125 нче рәсем) яисә серкәләнүгә тар җайлашкан үсемлекләр белән аларны серкәләндерүче бөҗәк төрләре (тукранбаш һәм төклетура) арасындагы үзара мөнәсәбәтләр шундый. Себер нараты орлыклары (чикләвекләре) белән генә туклана торган эрбет чыпчыгы аның орлыкларын бердәнбер таратучы булып тора. Мутуализм — табигатьтә гаять киң таралган күренеш.

Симбиоз (+ +) — ике төрнең, үзара ярдәмләшеп, тыгыз бәйләнештә бергә яшәве, кайчак хәтта паразитизм элементлары белән аерылгысыз файдалы мөнәсәбәтләре. Симбиозның классик мисалы — лишайниклар; аны, бер-берсенә файда китереп, тыгыз бәйләнештә

Болан мүге Кладония Дала алтыны

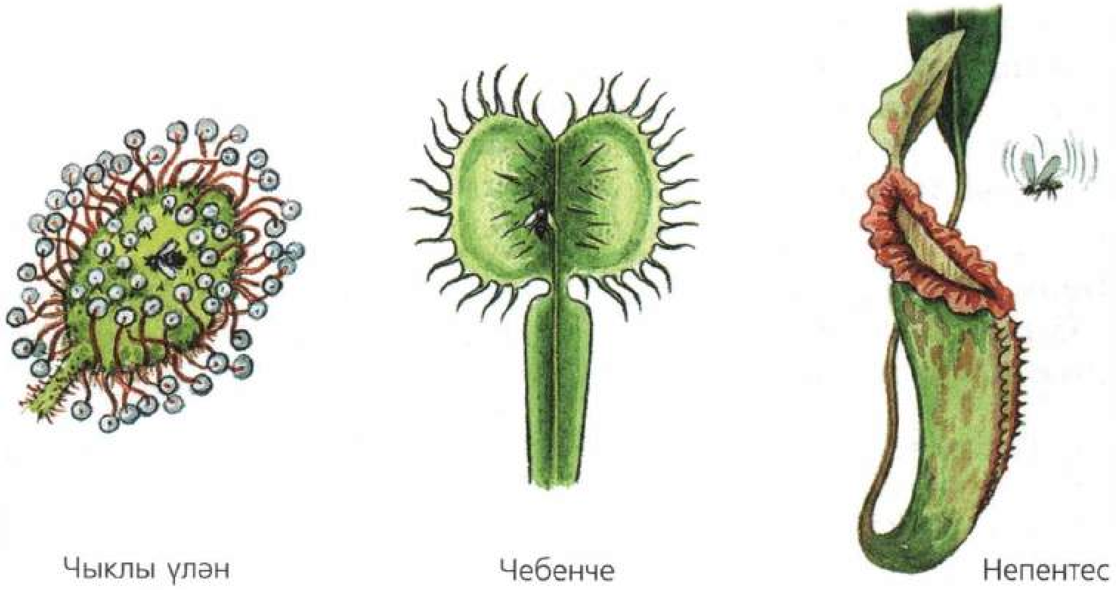
126 нчы рәсем. *Лишайниклар*

үскән гөмбәләр һәм суүсемнәр барлыкка китерә. Симбиоз ярдәмендә лишайникларның төрләре шактый артты (20 мең төрдән артык) һәм иң кырыс шартларда: поляр өлкәләрдә, ялангач кыяларда, агач кабыгында, биек тау башларында үсәргә җайлаштылар (126 нчы рәсем).

Термитлар һәм аларның эчәклегендә яшәгән камчылылар мөнәсәбәтләре — типик симбиоз мисалы. Бу иң түбән төзелешлеләр клетчатканы шикәргә тарата торган фермент барлыкка китерәләр. Целлюлоза кайнатылуы өчен, үз ферментлары булмаган термитлар симбиотлардан башка яши алмаслар иде. Ә камчылыларга эчәклектә уңайлы шартлар тудырылган, һәм алар табигатьтә ирекле хәлдә очрамыйлар. Яшел үсемлекләрнең (барыннан бигрәк агачларның) һәм гөмбәләрнең бергә үсүләре — шулай ук киң таралган симбиоз мисалы.

Ерткычлык (+ −) — популяцияләрнең үзара мөнәсәбәтләренең бер тибы, бу очракта бер төр вәкилләре икенче төр вәкилләрен ашыйлар (юк итәләр), ягъни бер популяция организмнары икенче популяция организмнары өчен азык булып тора. Ерткыч корбанын үзе тота һәм үтерә, аннары тулысынча яки өлешчә ашый. Андый ерткычлар ауларга сәләтле. Аучы ерткычлардан тыш, җыючы ерткычлар да шактый зур төркем тәшкил итә, аларның туклану ысулы табышны эзләп җыюдан гына гыйбарәт. Шундыйлар исәбенә, мәсәлән, азыгын җирдән, үлән арасыннан яки агачларда җыеп, бөҗәкләр белән тукланучы күп кенә кошлар керә.

Ерткычлык ул — бәйләнешләрнең хайваннар арасында гына түгел, ә бәлки үсемлекләр һәм хайваннар арасында да киң таралган формасы. Мәсәлән, үсемлекләр белән туклану (хайваннарның үсемлекләрне ашавы), — асылда, шулай ук ерткычлык; икенче яктан,



127 нче рәсем. *Бөҗәкләр белән туклана торган үсемлекләр*

бөҗәкләр белән туклана торган байтак үсемлекләрне дә (чыклы үлән, непентес) ерткычларга кертергә мөмкин (127 нче рәсем).

Әмма тар, экологик мәгънәдә ерткычлыкны хайваннарның хайваннарны ашавы итеп кенә исәпләү гадәткә кергән.

Паразитлык (+ −) ул — төрләр арасындагы бәйләнешләрнең бер формасы; билгеле бер вакыт дәвамында бер төр (паразит, кулланучы) организмнары икенче төр хуҗа организмнарының туклыклы матдәләре һәм тән тукымалары исәбенә яши. Гадәттә, паразит тере хуҗаны азык чыганагы буларак та, даими яки вакытлыча яшәү урыны итеп тә файдалана. Үсемлекләрнең дә, хайваннарның да паразит формалары очрый.

Ерткычлыктан аермалы буларак, паразит һөҗүмендә хуҗа тиз үлми, ләкин шактый вакытлар үзендә сүлпәнлек сизә. Башкача әйткәндә, паразит хуҗасын йончыта, ләкин үтерми, чөнки хуҗа аны яшәтә. Шулай итеп, паразитлыкка ерткычлыкның җиңелчә формасы дип карарга мөмкин. Табигатьтә ерткычлыктан паразитлыкка күчүне чагылдырган үзара бәйләнешләр дә еш очрый: мәсәлән, озынборыннар һәм имезүчеләрнең канын суыручы сөлекләр.

Әгәр экологик системада охшаш экологик таләпләр белән ике яки аннан да күбрәк төр (популяция) бергә яшәсә, алар арасында тискәре типтагы бәйләнешләр барлыкка килә, бу ***конкуренция*** (− −) дип атала. Конкурентлык мөнәсәбәтләре киләсе параграфта тикшереләчәк.

Терек табигатьтә төп биотик үзара мөнәсәбәтләр әнә шулар. Тик шуны истә тотарга кирәк: төрләрнең конкрет парлары төрле шартларда һәм аларның тереклек цикллары стадияләренә бәйле рәвештә

үзгәрергә мөмкин. Моннан тыш, бер үк төр бергәлектә үзенең янәшәсендә яшәгән башка төрләр белән төрле мөнәсәбәттә булырга мөмкин. Шулай итеп, табигатьтә популяцияләр арасындагы бәйләнеш чиксез күптөрле, ә аларны өйрәнү һәм танып белү — экологиянең иң мөһим бурычы.

Экологик бәйләнешләр. Нейтральлек. Аменсализм. Комменсализм. Протокооперация. Мутуализм. Симбиоз. Ерткычлык. Паразитлык. Конкуренция.

1. Төрле төр организмнары арасында үзара уңай һәм тискәре тәэсир итешүләрнең нинди мисалларын беләсез?
2. «Ерткыч — корбан» тибындагы мөнәсәбәтләрнең асылы нидән гыйбарәт?
3. Ерткычлык һәм паразитлык арасында охшашлык һәм аерымлык нәрсәдә?
4. Сезгә үзара симбиотик мөнәсәбәтләрнең нинди мисаллары билгеле?
5. Мутуализм һәм симбиозны сез ничек аңлыйсыз?

§ 78 Үзара конкурентлык бәйләнешләре

1. Төр эчендәге көрәш дип нәрсә атала?
2. Төрара көрәш дип нәрсә атала?
3. Төр эчендәге һәм төрара көрәшнең үзенчәлекләре нәрсәдә?

Киң мәгънәдә «конкуренция» сүзе бәрелешү, көндәшлек, ярышны аңлата. Бу күренеш табигатьтә гадәттән тыш киң таралган. Ерткычларга һәм башка дошманнарга, авыруларга бирешмәүчәнлеккә һәм төрле экологик факторларга бәйле рәвештә, конкуренция мөнәсәбәтләре урын, азык, яктылык өчен булырга мөмкин. Организмнарның бер үк табигый ресурстан файдалануын гына конкуренция дип санарга ярамауны истә тоту зарури. Бу ресурс җитмәгәндә һәм уртак ихтыяҗ популяциядә уңайсыз чагылыш тапканда гына, тискәре тәэсир итешү турында сүз алып барырга мөмкин.

Төр эчендәге һәм *төрара* конкуренция була. Һәр ике конкуренциянең дә төрләрнең күптөрлелегә формалашуда һәм аларның сан ягыннан көйләнеп торуында әһәмияте зур.

Төр эчендәге конкуренция. Бер үк төр затлары арасында уртак ресурслар өчен көрәшне ***төр эчендәге конкуренция*** дип атыйлар. Бу — популяцияләрнең үз-үзләрен тәртипкә салуда (үзрегуляциясендә) мөһим фактор.

Төр эчендә урын өчен барган конкуренция йогынтысында кайбер организмнарда үз-үзләрен тотышының кызыклы формасы барлыкка килгән. Аны *территориальлек (урынчалык)* дип атыйлар. Территориальлек күп кошларга, кайбер балыкларга һәм башка хайваннарга хас.

Кошларда территориальлек күренеше түбәндәгечә чагыла. Үрчү чоры башланганда, ата кош урын (территория) сайлый һәм аны шул ук төрнең башка ата кошлары һөҗүменнән саклый. Шуны искәртик: язын еракларга яңгыраган кошлар тавышы ул — ата кошның, без уйлаганча, ана кошны чакыруы түгел, ә бәлки охшаткан урынына үзенең хокукы булу турында хәбәр салуы.

Үз урынын нык саклаган ата кошның кушылырга һәм оя корырга өмете зуррак, ә үз территориясен булдырырга сәләтсез кош үрчи алмый. Кайчак урынны саклауга ана кош та катнаша. Нәтиҗәдә сакланган территориядә оя һәм кошчыклар турында кайгырту кебек катлаулы эш башка парлар комачаулавыннан бозылмый.

Шулай итеп, территориальлек тәртибен экологик регулятор дип исәпләргә мөмкин, чөнки ул артык тыгызланып китүдән дә, сирәгәеп калудан да саклый.

Төр эчендәге конкуренциянең ачык мисалы — урманда һәркемнең күзенә чалынган күренеш: үсемлекләрнең үзлекләреннән сирәгәюләре.

Бу процесс территория алып калудан башлана. Мәсәлән, нинди дә булса ачыклыкта, күп орлык биргән чыршы тирәсендә, берничә дистә кечкенә чыршы үсеп чыга. Беренче бурыч үтәлгән: популяция, үсеп, тереклеге өчен кирәкле территорияне басып алган. Шул рәвешле, үсемлекләрдә территориальлек хайваннарныкыннан үзгә: урынны аерым зат түгел, ә төркем били.

Яшь агачлар үсәләр, шул уңайдан ябалдашлары астындагы үләнчел үсемлекләргә күләгә ясыйлар һәм аларны зәгыйфьләндерәләр (бу инде төрара конкуренция була). Тора-бара агачлар төрле зурлыкта булып үсәләр — зәгыйфьрәкләре буйга начар үсә, икенчеләре аларны узып китә. Чыршы бик яктылык яратучан агач токымы булганлыктан (аның ябалдашы үзенә төшкән бөтен яктылыкны диярлек йота), начаррак үскән чыршыларны биекләре һаман да күбрәк күләгәли, һәм алар тора-бара бөтенләй корыйлар.

Ахыр чиктә күп еллардан соң аланлык уртасында берничә дистә чыршыдан ике-өч төп агач (кайчак бер) — бөтен буыннан иң көчлеләре калган була (128 нче рәсем).

128 нче рәсем. *Төр эчендәге конкуренция мисалы*

Хайваннарның артык тыгызлыгы, хәтта азык ресурслары мул булганда да, үрчемне киметә торган фактор булып тора. Мәсәлән, чукмарбашлар күп санлы булганда, аларның тизрәк үскәннәре суга акрынрак үскәннәренең үсешен тоткарлый торган матдәләр бүлеп чыгара.

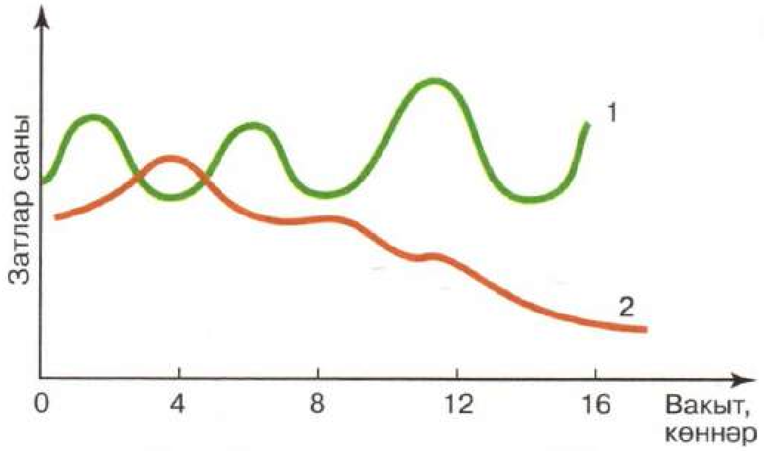
Төрара конкуренция. Төрләр арасындагы конкуренция табигатьтә гаять киң таралган, һәм ул һәрбер төргә кагыла, чөнки һәрбер төр икенче төр организмнары ягыннан аз гына булса да басым сизми яшәми. Әмма экология ***төрара конкуренцияне*** конкрет, тар мәгънәдә — бергә яшәгән якын ырудаш яки экологик охшаш төрләрнең үзара тискәре мөнәсәбәтләре буларак кына тикшерә.

Төрара конкуренциянең чагылыш формалары бик төрле: каты көрәштән алып тыныч уртак тереклек алып баруга кадәр диярлек булырга мөмкин. Ләкин, гадәттә, экологик ихтыяҗлары бертөрле ике төрнең берсен икенчесе, һичшиксез, кысрыклый.

Төрара конкуренциянең классик мисалы булып рус биологы Г. Ф. Гаузе тасвирлаган тәҗрибәләр тора. Бу тәҗрибәләрдә инфузория-башмакчыкның туклану рәвешләре охшаш ике төрен печән төнәтмәсе салынган савытларга аерым-аерым һәм бергә кушып урнаштырганнар. Нәтиҗәдә аерымнары яхшы үрчегәннәр, ә бергә булганнарында берсенең саны кими барган һәм тора-бара юкка чыккан (129 нчы рәсем).

Бу тәҗрибәләрдән чыгарылган кагыйдә *Гаузе принцибы* дип йөртелә: аның асылында экологик яктан ике охшаш төр бергә яши алмый дигән фикер ята. Охшаш экологик ихтыяҗларга ия организмнар арасында конкуренция аеруча кырыс була.

Бергәлектә конкуренция нәтиҗәсендә экологик ихтыяҗлары аз гына булса да аерылган төрләр янәшә яши ала. Мәсәлән, агач-



129 нчы рәсем. *Г. Ф. Гаузе тәҗрибәләре (1 — «уңышлы» төр, 2 — кысрыкланган төр)*

ларда бөҗәкләр белән тукланучы кошлар, азыкны агачның төрле өлешләрендә эзләүгә җайлашулары аркасында, бер-берсе белән конкуренциягә керүдән котылып калалар.

Шулай итеп, төрара конкуренция ике нәтиҗәгә китерергә мөмкин: йә бер төр икенчесен бергәлектән кысрыклый, йә һәр ике төр экологик урыннарга аерыла. Конкурентлык мөнәсәбәтләре — төр составы формалашуның һәм бергәлектә популяцияләр саны көйләнүнең иң әһәмиятле факторларыннан берсе.

Төрара конкуренция табигый бергәлекнең йөзен формалаштыруда мөһим урын алып тора. Организмнарның күптөрлелеген булдырып һәм аны ныгытып, конкуренция бергәлекләрнең тотрыклылыгы артуга, булган ресурслардан нәтиҗәлерәк файдалануга булышлык итә.

Төр эчендәге конкуренция. Төрара конкуренция.

1. Конкуренциянең нинди төрләрен беләсез?
2. Нәрсә ул территориальлек? Бергәлектә ул нинди роль уйный?
3. Ни өчен яшәү рәвеше охшаш төрләр еш кына бер үк территориядә яши ала?
4. Табигатьтә конкурент төрләрнең озак вакытлар бергә яши алуларын ничек аңлатып була?
5. Табигый бергәлекләрнең төр составы формалашуда конкуренциянең нинди тибы иң зур әһәмияткә ия?

Табигатьтә төр эчендәге һәм төрара конкуренция чагылышларын күзәтегез. Аларның аермасы һәм охшашлыгы нәрсәдә, аңлатып бирергә тырышыгыз.

§ 79 Популяциянең төп экологик характеристикалары

1. Нәрсә ул популяция?
2. Төр бер генә популяциядән тора аламы?
3. Эволюциядә популяцияләрнең роле нинди?

Табигатьнең тере һәм тере булмаган объектларыннан торган экологик системаларның эшләп торуын өйрәнүче экологлар популяцияләрне һәр экосистеманың төп элементлары сыйфатында тикшерәләр. Нәкъ менә популяцияләр эшләп торганга гына, тереклекнең саклануын тәэмин иткән шартлар туа. Биотик берләлекләрдә һәр популяция, башка төрләр популяцияләре белән берлектә, үз законнары буенча үсә һәм яши торган ниндидер табигый бердәмлек төзеп, үзенә бирелгән вазифаны үти.

Бу катлаулы системаның эшләп торуын аңлау өчен, теге яки бу төрләрнең биологиясе үзенчәлекләрен белү генә җитми, ә бәлки аларның популяцион характеристикаларын, атап әйткәндә, таралу тыгызлыгын, затларның гомуми санын, үсү тизлеген, гомер озынлыгын, үрчемнең ишлелеген дә белү гаять мөһим. Популяцияләрнең ***демографик күрсәткечләре*** дип аталган бу характеристикалар килеп чыгу ихтималы булган бөтен үзгәрешләрне (популяцияләрдә барамы ул, әллә берләлектә яки экосистемадамы), гомумән, алдан белеп тору өчен бик әһәмиятле.

Демографик характеристикалар, мәсәлән туучылар һәм үлүчеләр саны, яшь составы (структурасы) һәм затлар саны (ишлелеге), популяцияләрне, анда барган процессларның тизлеген чагылдырып, тулаем тасвирлый. Аерым организм туа, картая һәм үлә. Төркем дәрәҗәсендә генә мәгънәгә ия характеристикалар турында сүз барганда, туучылар һәм үлүчеләр саны, яшь структурасы, сан ягыннан зурлыгы дип затка карата әйтелми.

Организмнар төркеме буларак, популяцияне аның ***ишлелеге*** яхшы характерлый. Ишлелек үлчәве булып популяциянең гомуми саны яки аның тулаем биомассасы тора. Әмма күп кенә хайваннарга карата бу күрсәткечләрне үлчәү зур кыенлыклар белән бәйләнгән.

Шуңа күрә ишлелек күрсәткече сыйфатында «тыгызлык» төшенчәсен ешрак файдаланалар.

Популяциянең тыгызлыгы ул — мәйдан берәмлегенә яки тереклек пространствосы күләменә туры килгән затлар саны, яки аларның биомассасы. Популяциянең тыгызлыгына мисаллар итеп түбәндәгеләрне китерергә мөмкин: 1 га урманга 500 төп агач, 1 м^3 суга 5 млн хлорелла яки сулыкның 1 га өслегенә 200 кг балык туры

килә. Теге яки бу вакыт эчендә популяциянең конкрет зурлыгын белүдән бигрәк, аның динамикасын, ягъни билгеле бер вакыт эчендә сан ягыннан үсүен ачыкларга кирәк булган очракларда тыгызлыкны үлчәүдән файдаланалар.

Туучылар саны — билгеле бер вакыт эчендә популяциядә туган (йомыркадан, бөҗәкләрдә күкәй салып чыккан) яңа затлар (күкәй, орлык) саны. Туучылар саны затлары үрчү исәбенә популяциянең санын арттыру сәләтен характерлый.

Максималь туучылар саны (аны кайчак физиологик, яки абсолют туучылар саны дип тә атыйлар) һәм экологик туучылар саны була. Соңгысын, гадиләштереп, туучылар саны дип кенә йөртәләр. *Максималь туучылар саны,* — үрчү процессларын тоткарлаган тышкы факторлар булмаганда, идеаль шартларда яңа затлар барлыкка килүнең теоретик максимум тизлеге. Максималь туучылар саны күбесенчә ана затларның берьюлы ниндидер санда токым бирә алу сәләте, ягъни *физиологик үрчемлелеге* белән билгеләнүе аермачык.

Экологик туучылар саны тикшерелүче затлар төркеме яшәгән конкрет шартларда популяциянең сан ягыннан үсү тизлеге турында күзалларга мөмкинлек бирә.

Экологик туучылар саны даими булмый, һәм ул тирәлекнең физик шартларына һәм популяция составына бәйле рәвештә үзгәрә.

Гомумән, токымы турында кайгыртмаган төрләр өчен югары потенциаль һәм түбән экологик туучылар саны характерлы. Мәсәлән, тәрәч балыгы миллионлаган уылдык чәчә, ләкин алардан барлыкка килгән маймычларның уртача ике заты гына олы балык булганчы яши.

Әгәр бер үк вакытта туган затларның кайбер төркемнәре язмышын күзәтсәк, организмнарның кайберләре вакыт узган саен бетә баруы нәтиҗәсендә, аларның сан ягыннан өзлексез кимегәннәрен күреп була. Организмнарның бетү тизлеге ***үлүчеләр саны*** белән билгеләнә, һәм ул аерым кече популяцион төркемнәрне яисә тулаем популяцияне характерларга мөмкин.

Үлүчеләр саны популяцияне сан ягыннан гына билгеләми, ә бәлки андагы организмнарның уртача күпме яшәүләрен дә күрсәтә. Үлүчеләр саны никадәр күп булса, гомернең уртача озынлыгы шулкадәр кыскарак, һәм киресенчә.

Популяциянең яшь структурасы төрле яшьтәге затлар саны яки биомассасы нисбәте белән характерлана. Мондый нисбәт *популяциянең яшь буенча бүленеше,* ягъни яшь буенча төркемнәргә бүленеше дип атала. Популяциянең яшь составы организмнарның үлү интенсивлыгына һәм туучылар санына бәйле.

Хәтта бер үк популяция эчендә тора-бара яшь структурасында шактый үзгәрешләр булырга мөмкин. Ә шулай да андый үзгәрешләр

популяцияне үзе өчен беркадәр нормаль булган яшь структурасына кабат кайтарган механизмнарны эшләтә башлаган кебек була.

Яшь структурасын анализлау популяциянең ничек үсәчәген шактый буыннар һәм еллар алдан күзалларга мөмкинлек тудыра. Ә бу инде, мәсәлән, балык промыселы, аучылык хуҗалыгы, кайбер зоологик тикшеренүләрнең мөмкинлекләрен бәяләү өчен кулланыла.

Яшь структурасы үзенчәлекләре аша популяциянең система буларак күп үзлекләрен белеп була. Популяциядә төрле яшьтәге төркемнәр никадәр күп булса, ул билгеле бер елда үрчемне билгеләгән факторларга шулкадәр азрак бирешүчән була. Үрчү өчен хәтта чиктән тыш уңайсыз, теге яки бу ел үрчемен тулы һәлакәткә китерергә сәләтле шартлар да структурасы катлаулы популяцияләр өчен куркынычлы булмый, чөнки бер үк ата-ана парлары берничә буын үрчемен бирүдә катнашалар.

Демографик характеристикалар: ишлелек, тыгызлык, туучылар саны, үлүчеләр саны. Яшь структурасы.

1. Бер күлдә алабуга балыклары, кыртыш, кәрәкә, чуртан, чабаклар тереклек итәләр. Беренче сулык белән кушылмаган күрше күлдә алабуга балыклары, сыла (судак), корбан балык, чабаклар очрый. Һәр ике сулыкта ничә төр һәм ничә популяция таралган?
2. Нәрсә ул популяцияләрнең демографик күрсәткечләре? Хуҗалык эшчәнлегендә алардан ничек файдаланалар?
3. Популяцияләрне өйрәнүнең нинди практик әһәмияте бар? Мисаллар китерегез.
4. Популяциянең нинди үзлекләре аның яшь составы үзенчәлекләре белән билгеләнә?
5. Ни өчен төрле яшьтәге төркемнәре булган популяцияләр үрчү шартларының кыска вакытлы көтелмәгән үзгәрешләренә азрак бирешә?

Сезон башында 1000 балыкны тамгалыйлар. Барлык тотылган 5000 балыктан 350 се тамгалы булып чыккан. Промысел башланыр алдыннан, популяциядә ничә балык булган?

§ 80 Популяция динамикасы

1. **Популяциянең үсүенә нинди факторлар йогынты ясый?**
2. **Популяцияләрнең сан ягыннан циклик үзгәреп торуына сез нинди мисаллар беләсез?**

Популяция динамикасы — аның төп биологик күрсәткечләре билгеле бер вакыт эчендә үзгәрү процесслары. Популяция динамикасын өйрәнүдә төп игътибар аның сан ягыннан, биомассасы һәм популяцион структурасы үзгәрешләренә бирелә. Популяция динамикасы — биологик һәм экологик әһәмияткә ия күренешләрнең берсе. Гомумән, популяциянең тереклеге аның динамикасында чагыла дип әйтергә мөмкин.

Популяция даими үзгәрешләрсез яши алмый, чөнки шулар аркасында гына ул үзгәрүчән яшәү шартларына җайлаша. Тууучылар һәм үлүчеләр саны, яшь структурасы кебек күрсәткечләр гаять мөһим, ләкин аларның берсе буенча гына популяциянең динамикасына тулаем бәя биреп булмый.

Популяция динамикасының мөһим процессы булып аның сан ягыннан үсүе (яки «популяция үсүе») тора, бу — организмнар яңа яшәү тирәлекләрен үзләштергәндә яисә берәр бәла-каза кичергәннән соң күзәтелә. Үсү характеры төрлечә була. Яшь структурасы гади булган популяцияләр тиз һәм кинәт үсә. Яшь структурасы катлаулы популяцияләрнең үсүе салмак, акрынлап сүнә баручан төс ала. Һәр ике очракта да популяциянең тыгызлыгы популяция үсүен чикли торган факторлар тәэсир итә башлаганга кадәр арта (чикләү популяцияләр куллана торган ресурсларның тулысынча файдаланып бетүенә яки башка төр чикләүләргә бәйле булырга мөмкин). Ахыр чиктә тигезләнешкә ирешелә, һәм ул шул килеш саклана.

Популяциядә затлар саны үзгәреп тору. Популяция үсүдән туктагач, ул сан ягыннан азмы-күпме даими зурлык тирәсендә тирбәлә. Бу тирбәнешләрне еш кына яшәү шартларының сезонлы яки еллык үзгәрешләре (мәсәлән, температура, дымлылык, азык белән тәэмин ителеш) китереп чыгара. Кайчак аларны очраклы дип карарга мөмкин.

Кайбер популяцияләрдә сан тирбәнешләре дөрес циклик характер ала.

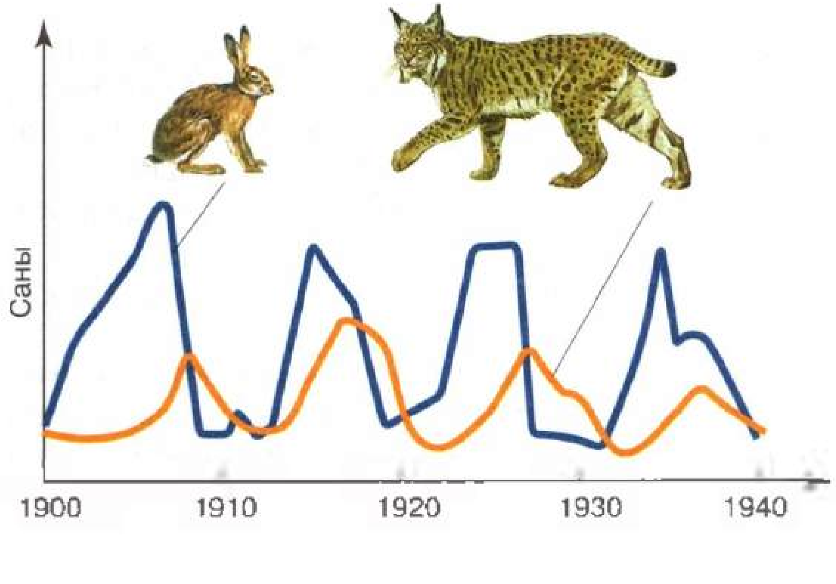
Циклик тирбәнешләрнең танышрак мисалларына кайбер төр имезүчеләрнең саны үзгәреп торуын кертергә мөмкин. Мәсәлән, өч һәм дүрт ел саен кабатланып килгән цикллар күп кенә тычкансыман кимерүчеләргә (кыр тычканнарына, леммингларга) һәм аларның

ерткычларына (ак ябалакка, ак төлкеләргә) характерлы (130 нчы рәсем).

Бөҗәкләрнең сан ягыннан циклик үзгәреп торуларына мисал итеп саранчаларның саны периодик рәвештә кинәт нык күбәеп китүен китерергә мөмкин. Дөньяны гизүче саранчалар һөҗүме турында мәгълүматлар борынгы заманнардан килә. Саранча чүлләрдә һәм сусыз районнарда үрчи. Күп еллар дәвамында ул миграцияләр ясамый, чәчүлекләргә зыян китерми һәм үзенә игътибарны җәлеп итми. Ләкин вакыт-вакыт саранча популяцияләренең тыгызлыгы коточкыч дәрәҗәгә җитә. Тыгыз урнашулары аркасында, бөҗәкләрнең тышкы күренешләре шактый үзгәрә (мәсәлән, аларның канатлары озыная) һәм, юлларында очраган барлык үсемлекне ашап, игенчелек районнарына оча башлыйлар. Мондый популяцион «шартлаулар»ның сәбәпләре тирәлек шартларының тотрыклы булмавындадыр, мөгаен.

Популяцион динамика факторлары. Кайбер организмнар популяцияләрендә кискен сан тирбәнешләренә төрле абиотик һәм биотик факторлар сәбәп булырга мөмкин. Кайчак бу тирбәнешләр климат шартлары үзгәреп тору белән яхшы яраша. Ләкин күп очракларда теге яки бу популяциянең сан ягыннан үзгәреп торуын тышкы факторлар йогынтысы белән аңлатып булмый. Популяцияләрнең сан тирбәнешләренә китергән сәбәпләр аларның үзләрендә булырга мөмкин; ул вакытта популяцион динамиканың эчке факторлары турында сүз алып барыла.

Шундый очраклар билгеле: күп кенә имезүчеләрдә артык тыгызлык шартларында аларның физиологик халәтләрендә кискен үзгәрешләр күзәтелә. Андый үзгәрешләр, барыннан да бигрәк, нейроэндокрин системасы органнарына кагыла, бу — хайваннарның



130 нчы рәсем. *«Корбан — ерткыч» системасында үзара циклик тирбәнешләр бәйләнеше куян һәм селәусеннең (рысь) үзара мөнәсәбәтләре мисалында*

үзләрен тотышларында чагыла, аларның төрле авыруларга һәм һәртөрле стрессларга бирешмәүчәнлекләрен үзгәртә.

Кайчак бу үлүчеләр саны артуга һәм популяциянең тыгызлыгы кимүгә китерә. Ак куяннар, мәсәлән, сан ягыннан иң югары ноктасына җиткән чорда, еш кына «шок авыруы»ннан кинәт үләләр.

Боларны, һичшиксез, санны көйләгеч эчке механизмнар рәтенә кертергә мөмкин. Алар, тыгызлыкның тиешле чиген аз гына узгач та, үзеннән-үзе эшли башлыйлар.

Гомумән, популяциянең сан тирбәнешенә йогынты ясаган барлык факторлар (популяциянең үрчем бирүен чикли яки уңайлыклар тудыра торганмы — анысы мөһим түгел) ике зур төркемгә бүленә:

— популяциянең тыгызлыгына бәйсез факторлар;
— популяциянең тыгызлыгына бәйле факторлар.

Икенче төркем факторларын еш кына көйли торганнар яки тыгызлык белән идарә итә торганнар дип атыйлар.

Көйли торган механизмнарның булуын һәрвакыт сан ягыннан стабильләштерергә тиешле шарт дип уйларга кирәкми. Кайбер очракларда аларның йогынтысы, хәтта яшәү шартлары үзгәрмәгәндә дә, циклик сан тирбәнешләренә китерергә сәләтле.

Популяция динамикасы.

1. Нәрсә ул популяция динамикасы?
2. Популяциянең сан ягыннан көйләнү күренеше нәрсәдән гыйбарәт? Экосистемада ул нинди әһәмияткә ия?
3. Популяциянең тыгызлыгы үзгәрүдә абиотик һәм биотик факторлар нинди роль уйный?

Хайваннар һәм үсемлекләр популяцияләренең сан ягыннан сезонлы үзгәрешләре турында сөйләп бирегез (үз күзәтүләрегезне искә төшерегез).

Хайваннар яки үсемлекләрдә циклик сан тирбәнешләренә мисаллар китерегез.

§ 81 Экологик бергәлекләр

1. Сез нинди экологик бергәлекләрне беләсез?
2. Фитоценозның биоценоздан аермасы нәрсәдә?
3. Биоценоз белән экосистема арасында аерма нәрсәдә?

Биоценоз. Популяцияләрнең үзара тәэсир итешүләре тереклек төзелешенең икенче, тагын да югарырак дәрәҗәсе булган *биотик бергәлекнең*, яки *биоценозның*, эшләп тору характерын билгели.

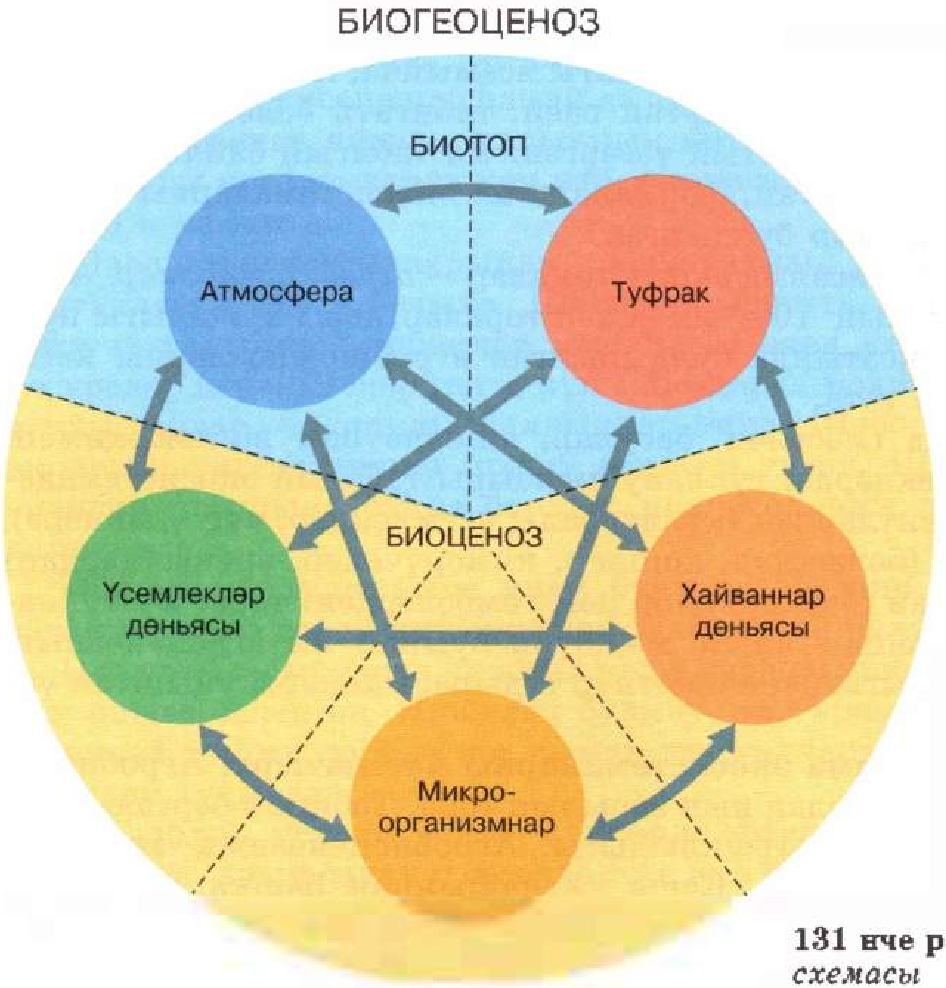
Биоценоз ул — аны тәшкил иткән төрләр суммасы гына түгел, ә бәлки алар арасындагы үзара бәйләнешләр җыелмасы да. Популяция кебек үк, биоценоз да үзенә хас үзлекләргә, мәсәлән, төрләрнең күптөрлелегенә, азык челтәре структурасына, биомассага, продуктлылыкка ия. Бергәлеккә нинди төрләр керүенә карамастан, чагылыш тапкан аның үзлекләре һәм структурасы (составы) арасындагы үзара бәйләнешләрне өйрәнү — экологиянең төп бурычларыннан берсе.

Экосистема. Экологик тикшеренүләрнең икенче объекты — ***экосистема***. Бу — тереклек ияләренең үзләре яши торган физик тирәлек белән бергә бербөтен буларак эшләп торган теләсә нинди бергәлеге. Экосистемага буа мисал була ала; ул — гидробионтларны (суда яши торган организмнарны), суның физик һәм химик составын, су төбенең рельефы үзенчәлекләрен, грунт составын һәм структурасын, су өслеге белән үзара тәэсир итешүче атмосфера һавасын, кояш радиациясен үз эченә алган бергәлек.

Табигатьнең терек һәм терек булмаган компонентлары арасында матдәләр һәм энергия агышы, тереклекне яшәткән элементлар динамикасы, бергәлекнең эволюциясе турында сүз барганда, экосистеманы игътибар белән тикшерү бик мөһим. Аерым организмны да, популяцияне дә, бергәлекне дә, гомумән, әйләнә-тирәдән аерып өйрәнергә ярамый. Экосистема ул, — асылда, табигать.

Экосистема — бик киң төшенчә, ул табигый комплексларга да (мәсәлән, тундра, океан), ясалмаларга (мәсәлән, аквариум) карата да кулланыла. Шуңа күрә экологлар, элементар табигый экосистеманы аңлату өчен, «биогеоценоз» терминыннан файдаланалар.

Биогеоценоз ул — тере организмнарның (*биоценоз*) һәм Җир өслегендә алар биләп торган урын белән бергә (*биотоп*) абиотик тирәлекнең тарихи формалашкан җыелмасы (131 нче рәсем). Биогеоценозның чиге аның иң әһәмиятле компоненты — үсемлекләр бергәлеге чиге буенча билгеләнә. Һәр биогеоценозга матдә-энергия алмашуның үз тибы хас.



131 нче рәсем. *Биогеоценоз схемасы*

Экосистемалар классификациясе. Коры җир экосистемаларын классификацияләгәндә, гадәттә, (экосистеманың нигезен тәшкил иткән) үсемлекләр бергәлекләре билгеләреннән һәм климатик (зональ) билгеләрдән файдаланалар. Шул рәвешле, экосистемаларның билгеле бер типлары аерыла, мәсәлән лишайниклар тундрасы, мүкләр тундрасы, ылыслы агачлар (чыршы, нарат) урманы, яфраклы агачлар урманы (каенлык), яңгыр (тропик) урманы, дала, куаклыклар (таллык), үләнле сазлык, торфлы, яки мүкле сазлык.

Диңгез яр буйларына яки шельфка, күлләр һәм буаларга, су баса торган болыннар яисә коры үзәнлекләргә, таш яки ком чүлләренә, тау урманнары, эстуарияләр (зур елга тамаклары) һ.б. бергәлекләргә аерып, еш кына табигый экосистемалар классификациясенә нигез итеп яшәү тирәлекләренең экологик билгеләрен алалар.

Барлык табигый экологик системалар үзара бәйләнештә, һәм алар иң зур экосистема итеп карарга мөмкин булган Җирнең терек тышчасын барлыкка китерәләр. Бу экосистема ***биосфера*** дип атала.

Ясалма экосистемалар. Кеше күп гасырлар дәвамында, биосферада барган процессларга җитди йогынты ясамыйча, табигый тирәлектә яшәгән. Цивилизация үсә барган саен, табигать белән кеше арасындагы мөнәсәбәтләр шактый үзгәргән. Ул табигый байлыклардан һаман күбрәк файдаланган, формалашкан экосистемаларны бозып, ***ясалма экосистемалар*** булдырган.

Иң киң таралган ясалма экосистемалар — *агробиоценозлар.* Алар коры җир мәйданының 10% ын биләп торалар, авыл хуҗалыгы продукциясен алу максатында булдырылган агробиоценозларны кеше һәрвакыт тәртиптә тота.

Агробиоценозда (мәсәлән, басулар, яшелчә һәм җиләк-җимеш бакчалары, көтүлекләрдә) туклану чылбыры табигый экосистемадагы кебек: продуцентлардан (культуралы үсемлекләр, чүп үләннәре), консументлардан (бөҗәкләр, кошлар, кимерүчеләр, ерткычлардан) һәм редуцентлардан (бактерияләр һәм гөмбәләрдән) тора. Бу туклану чылбырында кеше — аның мәҗбүри буыны. Ул агроценозның югары продуктлылыгы өчен шартлар тудыра, ә аннары уңыштан үзе үк файдалана.

Табигый һәм ясалма экосистемаларны чагыштыру. Агробиоценоз табигый экосистемадан нык аерылып тора. Табигый бергәлекнең мөһим үзлеге — аның тотрыклылыгы. Агробиоценозның экологик тотрыклылыгы зур түгел. Кеше катнашыннан башка, иген һәм яшелчә культуралары агробиоценозлары бер елдан артык яши алмый, күпьеллык үләннәрнең — 3 ел, җиләк-җимеш культуралары агробиоценозлары 20 ел файда китерә.

Табигый биоценоз өчен бердәнбер энергия чыганагы — Кояш. Агробиоценозлар, кояш энергиясеннән тыш, тагын өстәмә энергия дә алалар: бу — кеше туфракны эшкәртүгә, чүп үләннәргә каршы, авыл хуҗалыгы культуралары корткычларына һәм авыруларына каршы көрәшүгә, ашламалар кертүгә һ.б.га тоткан энергия.

Табигый экосистемада беренчел продукция (уңыш), күп санлы туклану чылбырлары аша үтеп, биологик әйләнеш системасына кабат кайта. Агробиоценозда исә мондый әйләнеш бозыла, чөнки продукциянең күбрәк өлешен кеше уңыш җыйганда ала. Нәтиҗәдә туфракның уңдырышлылыгы турында даими кайгыртып торырга, ягъни ашламалар кертергә туры килә.

Агробиоценозлар кешелек дөньясына азык энергиясенең 90% ын бирә. Әмма авыл хуҗалыгы производствосын дөрес алып бармаганда, туфракның ярлылануы, тозлануы (әчеләнүе), гаять зур мәйданнарның яраксызга чыгуы һәм мохитнең пычрануы котылгысыз. Авыл хуҗалыгы файдалануына кертү өчен, урманнарны бетереп кисү биосферада җитди тискәре нәтиҗәләргә китерә.

Шәһәрләр экосистемасы. Агробиоценозлар белән бергә, шәһәрләр һәм сәнәгать предприятиеләре экосистемалары планетабызда биосфера үсешендә һаман да зуррак урын ала бара. Инде хәзер үк Җир йөзендә яшәүче халыкның яртысы шәһәрләрдә һәм шәһәр тибындагы поселокларда көн итә, ә сәнәгать алга киткән илләрдә бу сан 70% ка җитә.

Шәһәр экосистемаларында продуцентлар, консументлар һәм редуцентлар нисбәте бозыла. Шәһәргә сәнәгать, транспорт һәм анда яшәүче халыкның тереклек эшчәнлеге өчен кирәкле энергия һәм ресурслар кирә. Шәһәр гаять күп микъдарда мохитне пычрата торган агулы газлар, токсинлы калдыклар бирә. Шәһәр экосистемасында экологик тигезләнешкә ирешү мөмкин түгел. Шәһәрдә матдә һәм энергия агышына бәйле барлык процессларны көйләүне кеше үз өстенә ала.

Шәһәрнең, тулысынча уңай булмаса да, һич югында, кешеләр сәламәтлегенә зарар китермәслек экосистема булуы бик мөһим.

Әле урта гасырларда ук авыл кешеләренең шәһәр халкыннан озаграк яшәве беленгән. Яшеллек булмау, тар урамнар, кояш нурлары бөтенләй төшми торган кое сыман ишегаллары яшәү өчен уңайсыз шартлар тудырган.

Шәһәрләр үсүенә бәйле күптөрле факторлар кешенең формалашуында, аның сәламәтлегендә теге яки бу дәрәҗәдә чагылыш таба. Бу хәл галимнәрне яшәү тирәлегенең шәһәр халкына йогынтысын тагын да җентекләбрәк өйрәнергә этәрә. Кешенең нинди шартларда яшәве, фатир түшәменең биеклеге һәм стеналарының тавыш үткәрүе, эш урынына ничек барып җитүе, кем белән аралашуы, тирә-юнендәгеләрнең үзара мөнәсәбәтләре — болар барысы да аның сәламәтлегенә, эшләү сәләтенә, активлыгына һәм, гомумән, бөтен тормышына йогынты ясый.

Кеше, шәһәрдә тормышын уңайлы итү өчен, меңләгән җай таба: кайнар су, телефон, һәртөрле транспорт, автомобиль юллары, хезмәт күрсәтү һәм күңел ачу сфералары һ.б. Әмма зур шәһәрләрдә шәһәр тормышының җитешсезлекләре: торак һәм транспорт проблемалары, авыруларның күбәюе һ.б. аеруча ачык күренә. Авыруларның ешаюы күпмедер дәрәҗәдә организмга ике, өч яки аннан да күбрәк факторның берьюлы йогынты ясавы белән аңлатыла, аларның аерым-аерым тәэсире әллә ни зур булмаса да, бергә тәэсир иткәндә, җитди нәтиҗәләргә китерә.

Мәсәлән, тирәлекнең һәм производствоның югары тизлектә, тиз эшли торган машиналар белән тулуы кешедән өстәмә игътибар сорый, бу артык талчыгуга китерә. Нык арыган кешенең

пычрак һавадан, инфекцияләрдән һ.б.дан күбрәк интегүе яхшы билгеле.

Шәһәрнең пычранган һавасы, канны углерод оксиды белән агулап, кешегә зыян китерә. Тәмәке тартучының көн дәвамында бер кап сигарет тартуы янәшәсендәге тартмаучы кешегә дә шулкадәр үк зарарлы. Хәзерге шәһәрләрнең «тавыштан пычрануы» да җитди тискәре фактор булып тора.

Анда яшәүчеләргә тискәре йогынтыны киметү өчен, шәһәр ландшафты бертөрле «ташлык чүле» булырга тиеш түгел. Шәһәр архитектурасында социаль (йортлар, юллар, транспорт, коммуникация) һәм биологик (яшел массивлар, парклар, скверлар) аспектларның гармонияле ярашуына омтылу зарури. Бу өлкәдә ландшафт архитекторларының эшләве мөһим.

Хәзерге шәһәргә яшәү өчен уңайлы шартлар тудырылган экосистема буларак карарга кирәк. Шулай булгач, анда, уңайлы тораклар, транспорт, төрле хезмәт күрсәтү сфералары белән беррәттән, кешенең көнкүреше һәм сәламәтлеге өчен чиста һава, күзләрне тынычландырырлык ландшафт, һәркем, табигать матурлыгыннан хозурланып, тынлыкта ял итә алырлык яшел почмак булырга тиеш.

Яшеллекнең мохит торышына уңай тәэсирен исәпкә алып, аны кеше яши, укый һәм ял итә торган урыннарга мөмкин кадәр күбрәк якынайту зарур.

Агачлар һәм куакларны карап-тәрбияләп тору, махсус утырту, чәчәклекләр булдыру — әйләнә-тирәне саклау һәм үзгәртеп кору буенча үткәрелгән чараларның аерылгысыз өлеше. Яшеллек, уңайлы микроклимат һәм санитария-гигиена шартларын тудыру белән бергә, архитектура ансамбльләренә сәнгатьчә матурлык бирә.

Сәнәгать предприятиеләре һәм автострада (зур юл) буйларында саклагыч яшел зоналарга аерым урын бирелергә тиеш. Анда һава пычрануына бирешми торган агачлар һәм куаклар, мәсәлән Америка өрәңгесе, Канада тирәге, йөрәксыман яфраклы юкә, казак һәм виргин артышы, ак тал (өянке), мурт эт шомырты, имән, карга миләше (бузина красная) утыртырга киңәш ителә.

Агачларны, утыртканда, тигез һәм тоташ рәт итеп урнаштыру принцибын үтәү зарур. Бакчаларны, парк, сквер, шәһәр эче бульварларын бер-берсе белән һәм шәһәр читендә үстерелгән яшеллек белән дә тоташтырырга кирәк. Бу — торак зоналарына шәһәр читеннән саф һава килүен тәэмин итә. Кешеләр яши торган микрорайоннарда, балалар учреждениеләре, мәктәпләр, спорт комплекслары һ.б.га якын урнашкан урыннарда утыртылган агачлар шәһәрне яшелләндерү системасының иң мөһим компонентлары булып тора.

Шәһәрнең һәр кешесе, яшеллеккә игътибарлы булып, аны саклап һәм арттырып, үзе яшәгән җирнең экологиясен яхшыртуга көченнән килгәнчә өлеш кертә ала.

Экологларның, хәзерге шәһәрдә кеше табигатьтән аерылмаска, киресенчә, анда кушылып китәргә тиеш, дип әйтүләре очраклы түгел. Шуңа күрә яшеллек шәһәрләрдә ярты мәйданны алып торырга тиеш.

Биотик бергәлек, яки биоценоз. Экосистема. Биогеоценоз. Биосфера. Ясалма (яки антропоген) экосистемалар. Агробиоценоз.

1. Сез нинди биоценозларны һәм экосистемаларны беләсез?
2. Биоценозның экосистемадан аермасы нәрсәдә?
3. Нинди абиотик факторлар бергәлекнең үсемлекләр һәм хайваннар дөньясына йогынты ясый?
4. Нинди экосистема антропоген дип атала?
5. Табигый һәм антропоген экосистемаларның аермасы нәрсәдә?
6. Ни өчен авыл җирендә яшәүчеләргә шартларны, гадәттә, зур шәһәрләрдәгегә караганда уңайлырак дип исәплиләр?
7. Зур шәһәрләрдә кеше өчен уңайлы яшәү тирәлеге булдырырга мөмкинме?

Сез экскурсиядә танышкан теләсә нинди биогеоценозны тасвирлагыз. Анда нинди үсемлекләр һәм хайваннар яши алуы турында сөйләп бирегез.

§ 82 Бергәлекнең структурасы

1. Нәрсә ул туклану чылбыры?
2. Фитоценозда ярусылык нинди роль уйный?

Гадәттә, систематикадагы урыны, энергия һәм матдәләр күчерү процессларында тоткан роле, туклану пространствосында алган урыны яисә, табигый экосистемаларның эшләп тору закончалыкларын аңлау өчен, башка мөһим билгеләре буенча аерылып торган организмнарның төрле төркемнәре нисбәтен ***бергәлекнең структурасы*** дип атыйлар.

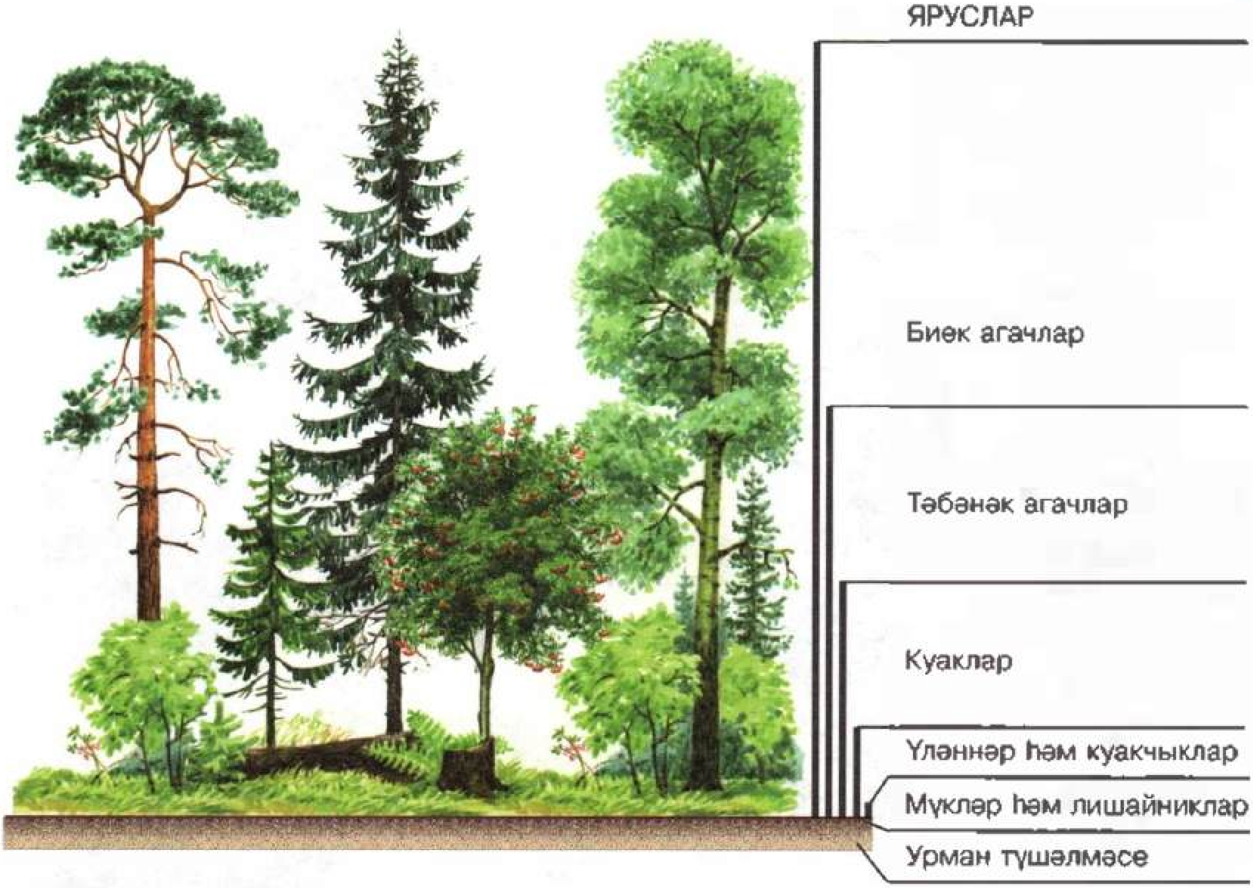
Төр структурасы. Бергәлек структурасының иң әһәмиятле күрсәткечләреннән берсе булып төрләр саны — аңа кергән организмнарның төр составы һәм төр популяцияләренең микъдар нисбәте тора. Бергәлектә, гадәттә, күп санлы затлардан торган яки зур биомасса тәшкил иткән төрләр чагыштырмача аз, ә сирәк очрый торган төрләр чагыштырмача күп.

Төрләрнең күплеге ул — экологик төрлелек билгесе: төрләр никадәр күп булса, экологик урыннар да шулкадәр күбрәк, ягъни тиреләк баерак. Төрләрнең күптөрлелеге шулай ук бергәлекнең тотрыклылыгына бәйле: күптөрлелек никадәр югары булса, үзгәреп торган шартларга (климат яисә башка факторлар үзгәрүенә) бергәлекнең җайлашу (адаптация) мөмкинлеге дә шулкадәр киңрәк.

Морфологик структура. Бергәлекнең мөһим экологик үзлеге һәм билгесе булып аның пространствода формалашуы — морфологик структурасы исәпләнә. Бу беренче чиратта үсемлек бергәлекләренә (фитоценозларга), ләкин шулай ук, турыдан-туры булмаса да, аларда таралган хайваннарга да (зооценозларга) кагыла.

Бергәлектә күп төрләрнең һәм тереклек формаларының бергә яшәве аларның пространствода аерымлануына китерә. Бу — фитоценозның горизонталь һәм вертикаль буйлап аерым элементларга бүлгәләнүендә чагыла, аларның һәрберсе матдә һәм энергия тупланышы һәм әверелешендә үз ролен уйный.

Үсемлекләр бергәлеге вертикаль буйлап *ярусларга* бүленә, аларда билгеле бер тереклек формаларын тәшкил иткән үсемлекләрнең җир өсте яки җир асты өлешләре урнаша. Ярусылык бигрәк тә урман фитоценозларында ачык күренә (132 нче рәсем). Анда, гадәттә, биш-алты ярус: агачлар (биек һәм тәбәнәк агачлар), куаклар (вак агачлар), үләннәр капламы-куакчыклар, мүкләр (яки лишайниклар), урман түшәлмәсе (коелган яфраклар) ярусылары



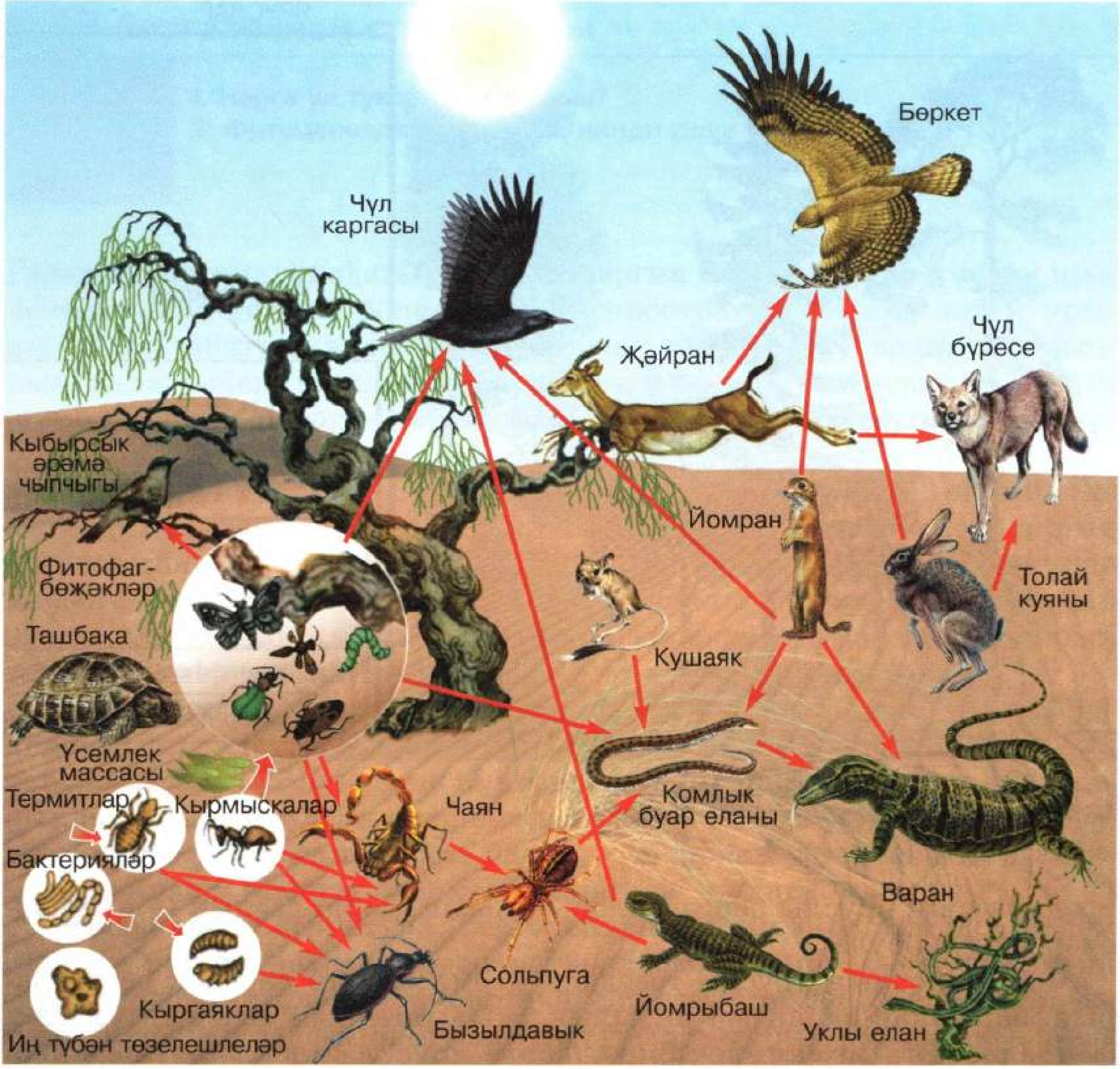
132 нче рәсем. *Урманда ярусłылык*

исәпләнә. Аз ярусłы бергәлекләр — болын, дала, сазлык — икешәрөчәр ярусłы була.

Фитоценозның ярусłы төзелеше үсемлекләргә тирәлек ресурсларын, барыннан да бигрәк яктылык, җылылык һәм дымны, тулырак файдаланырга мөмкинлек бирә. Төрле ярус үсемлекләре төрле экологик шартларда яшиләр, бу алар арасында конкуренцияне киметә һәм төрләрнең төрлелеге артуына булышлык итә. Яшәү тирәлеге никадәр уңайлы булса, ярусłылык шулкадәр катлаулы була.

Биоценозның хайваннар дөньясы да, үсемлекләргә «тагылган» хәлдә, ярусłар буйлап бүленә. Мәсәлән, туфрак хайваннары микрофаунасы аеруча урман түшәлмәсендә күп. Бөҗәкләрнең аерым бер төркемнәре ярусларга шактый ук төгәл бүленеп урнаша. Кошларның күп төрләре төрле ярусларда — җирдә, куакларда, агач башларында — оя кора һәм азык таба.

Бергәлек горизонталь буйлап шулай ук аерым элементларга — урнашу тәртибе белән яшәү шартларының бертөрле булмавын чагылдырган вак төркемнәргә — *микрогруппировкаларга* бүленә.



133 нче рәсем. *Азык челтәренең мисалы. Чүл хайваннары арасында туклану бәйләнешләре*

Трофик структура. Теләсә нинди бергәлекне *азык челтәре*, ягъни бу бергәлектәге төрләр арасында урнашкан туклану, яки *трофик* (гр. trohhe — туклану), бәйләнешләр(е) схемасы рәвешендә күзалларга мөмкин. Азык челтәре (бик катлаулы үрелмә), гадәттә, берничә *туклану чылбырыннан* тора, аларның һәрберсе матдә һәм энергияне күчерә торган аерым канал булып хезмәт итә (133 нче рәсем).

Бергәлекнең структурасы. Төр структурасы. Морфологик структура. Трофик структура. Азык челтәре.

1. Бергәлектә төрләрнең күптөрлелеге нинди әһәмияткә ия?
2. Фитоценозларның яруслы төзелеше нәрсә белән аңлатыла?
3. Нәрсә ул туклану чылбыры һәм азык челтәре?

Күзәтүләрегезгә нигезләнеп, урман бергәлегенең төрле ярусларында тереклек иткән хайваннар тормышы турында сөйләп бирегез.

§ 83 Бергәлекләрдә организмнарның үзара бәйләнеше

1. Нинди организмнар автотрофлар дип атала?
2. Нинди организмнарны гетеротрофларга кертәләр?
3. Сез нинди табигый бергәлекләрне беләсез?

Туклану чылбырлары. Бергәлектә тере организмнар үзара гына түгел, терек булмаган табигать белән дә тыгыз бәйләнештә яшиләр. Бу бәйләнеш тере организмнарга тышкы тирәлектән азык, су, кислород керүендә чагыла. Азыкта организмның тереклек эшчәнлеге өчен кирәкле энергия була. Шулай итеп, биоценозның тотрыклы яшәве туклану чылбырлары аша матдә һәм энергия яңадан бүленгәндә генә мөмкин.

Туклану чылбырының бер мисалы: үсемлекләр → үсемлекләр белән тукланучы бөҗәкләр → бөҗәкләр белән тукланучы кош → ерткыч кош. Бу чылбырда организмнарның бер төркеменнән икенчесенә матдә һәм энергия агышы бер юнәлештә бара.

Бергәлеккә кергән энергиянең төп чыганагына карата төрле организмнар төрле урынны алып тора, бу очракта аларны төрле *трофик дәрәҗәләрдә (туклану дәрәҗәләрендә)* урнашкан диләр.

Автотрофлар. Биотик бергәлектә кайбер организмнар, мәсәлән яшел үсемлекләр, яктылык энергиясен йотарга һәм туклану процессында гади неорганик матдәләрне файдаланырга сәләтле. Андый организмнарны ***автотрофлар***, ягъни үзләре тукланучылар, яки ***продуцентлар*** (җитештерүчеләр, ягъни барлыкка китерүчеләр) дип атыйлар.

Автотрофлар беренче трофик дәрәҗәне (туклану дәрәҗәсен) алып торалар һәм бергәлекнең иң әһәмиятле өлешен тәшкил итәләр, чөнки аның составындагы калган барлык организмнар үсемлекләр туплаган матдә һәм энергия белән тәэмин ителүгә читләтеп яки турыдан-туры бәйле.

Гетеротрофлар. Башка трофик дәрәҗәләрне алып торучы калган барлык организмнарны ***гетеротрофларга*** — әзер органик матдәләр

белән тукланучыларга кертәләр. Гетеротрофлар беренчел продуцентлар синтезлаган катлаулы органик матдәләрне таркаталар, үзгәртәләр һәм үзләштерәләр.

Гетеротроф организмнар *консументларга* (кулланучылар) һәм *редуцентларга* (кайтаручылар) бүленәләр. Кайчак соңгы терминны «деструкторлар» («таркатучылар») сүзе белән алмаштыралар.

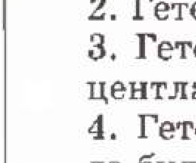
Редуцентларга башлыча гөмбәләр һәм бактерияләр керә: алар үле цитоплазманың катлаулы состав компонентларын гади органик матдәләргә кадәр таркаталар, соңгыларын продуцентлар файдалана ала.

Консументларның теге яки бу трофик дәрәҗәгә керүен ачыклап, кайчак аларны беренчел консументларга (үсемлек азык белән тукланучы хайваннар); икенчел консументларга, яки беренчел ерткычларга (беренчел консументлар белән тукланучылар, ягъни ит ашаучылар); өченчел консументларга, яки икенчел ерткычларга (беренчел ерткычлар белән тукланучы ерткычлар) аералар. Күп кенә хайваннар төрле азыклар — үсемлекләр белән дә, хайваннар белән дә тукланганлыктан, аларны нинди дә булса бер генә дәрәҗәгә кертү мөмкин түгел. Бу очракларда андый организмнар берьюлы берничә трофик дәрәҗә вәкиле булып торалар дип санала, ә инде һәр аерым дәрәҗә аларның диеталары составына туры килә.

Туклану чылбыры. Автотроф организмнар. Гетеротроф организмнар. Продуцентлар. Консументлар. Редуцентлар.

1. Нинди организмнар автотрофлар дип атала?
2. Гетеротроф организмнарның автотрофлардан аермасы нәрсәдә?
3. Гетеротроф организмнарның консументлары аларның редуцентларыннан нәрсә белән аерыла?
4. Гетеротроф организмнар «ерткыч — корбан» мөнәсәбәтләрендә була аламы? Мисаллар китерегез.

§ 84 Туклану чылбырлары



1. **Нинди бергәлек экосистема дип атала?**
2. **Нинди организмнарны икенчел консументларга кертергә була?**
3. **Нинди процессны фотосинтез дип атыйлар?**

Туклану чылбырларының типлары. Экосистемаларда беренчел продукциянең күпмедер өлешен яшел азык ашый торган хайваннар

(шул исәптән паразитлар) куллана. Сыер, сарык яки болан ише эре хайваннармы яисә тирән су төпләрендә йөргән кысласыманнармы (зоопланктон), яки бөҗәкләрме, — шартлыча бу барлык беренчел консументларны үсемлекләр белән туенучы хайваннарга кертергә мөмкин.

Андый хайваннар аша (аларны яшел азык белән туклануочылар дип атыйлар) үсемлекләрдән килгән энергия агышын ***яшел азык белән туклану чылбыры*** дип билгеләргә мөмкин (134 нче А рәсем).

Чиста продукциянең консументлар тарафыннан файдаланылмаган калдыгы үле органик матдәне тулыландыра. Ул составында үзләштерелми калган азыкның бер өлеше булган фекальләрдән, шулай ук хайван үләксәләреннән, үсемлек калдыкларыннан (яфраклар, ботаклар, суүсемнәрдән) тора һәм ***детрит*** дип атала.

Үле органик матдәдән башланып таркатучылар системасы аша узган энергия агышы ***детритлы туклану чылбыры*** дип атала (134 нче Б рәсем).

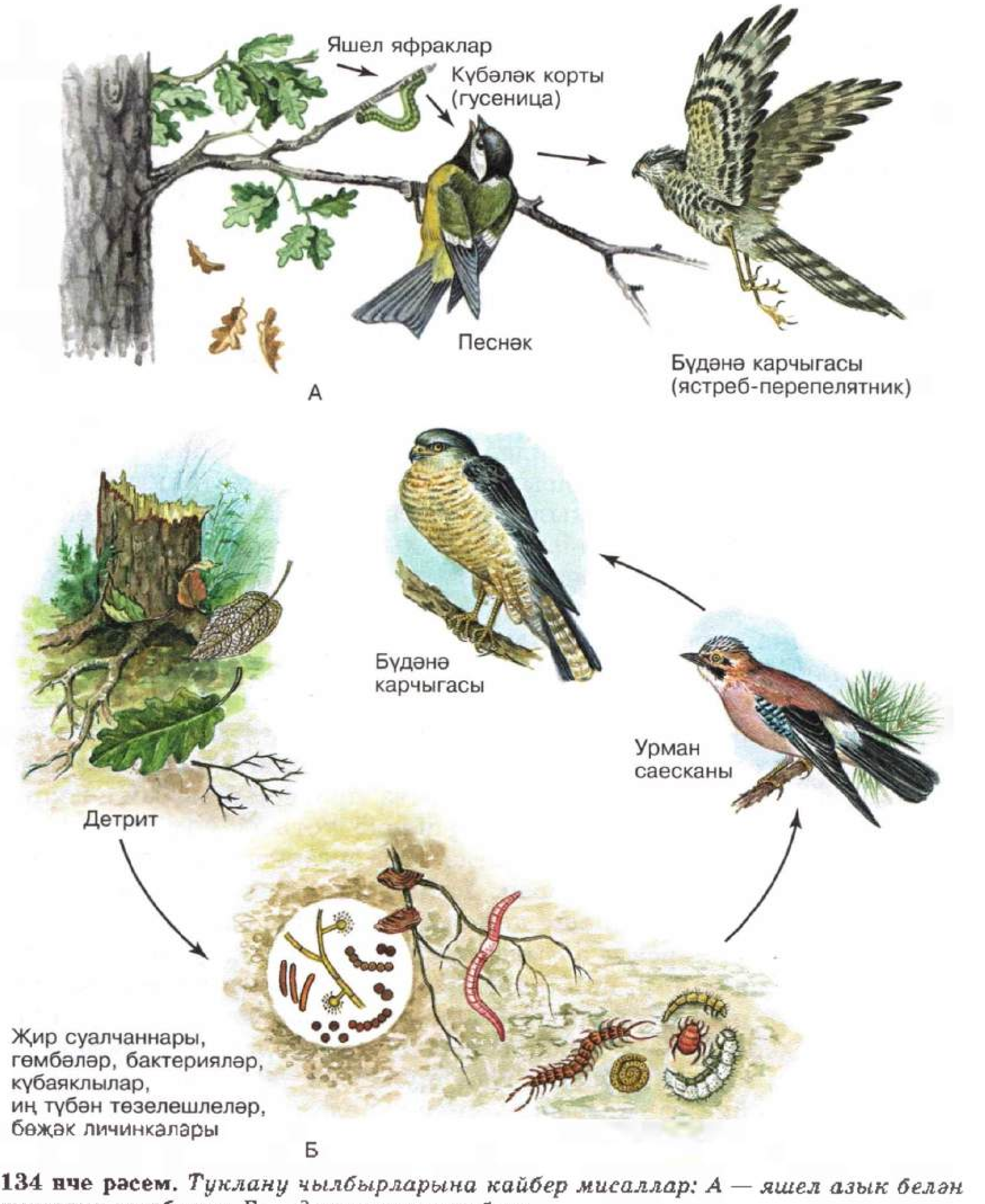
Үле органик матдәдәге энергияне деструкторлар (таркатучылар) иртәме-соңмы тулысынча файдаланачак һәм, энергиягә редуцентлар (кайтаручылар) системасы аша хәтта берничә тапкыр узарга туры килсә дә, сулаганда җылылык булып таралачак. Тирәлекнең абиотик шартлары бик уңайсыз (нык дымлы яки артык коры, бозлану) булганда, таркалу процессы бармый. Андый очракларда югары энергиягә ия матдә тулысынча эшкәртелеп бетми һәм ятмалар булып туплана, тора-бара уңайлы шартларда ягулык казылмаларына — нефтькә, күмер һәм торфка әйләнә.

Матдәләр әйләнеше. Бергәлекләрдә матдәләр һәм энергия туклану чылбырлары буенча күчә. Энергия йомык түгәрәк буйлап күчә алмый. Аны үсемлекләр (тере организмнар) кояш радиациясе формасында ала, һәм ул аларда фотосинтез процессында бәйләнешкә керә. Аннары химик энергия рәвешендә тотыла һәм җылылык энергиясенә әверелеп тарала. Матдә исә, организмнар һәм тышкы тирәлек арасында кат-кат йөреп, йомык цикл буенча күчә ала. Бу күренеш ***матдәләр әйләнеше*** дип атала (135 нче рәсем).

Тереклек өчен кирәкле элементлар һәм эрегән тозларны шартлыча ***биоген элементлар,*** яки ***тереклек элементлары*** дип атыйлар.

Аларга тере организмнар тукымаларының нигезен тәшкил иткән элементлар кирә. Бу — углерод, водород, кислород, азот, фосфор, калий, кальций, магний, күкерт. Һәм шулай ук тере системаларның тереклеге өчен бик аз микъдарда кирәкле элементлар һәм аларның кушылмалары: тимер, марганец, бакыр, цинк, бор, натрий, молибден, хлор, ванадий һәм кобальт.

Энергиядән аермалы буларак, биоген элементлар кат-кат файдаланыла алалар. Моннан тыш, энергиядән тагын бер үзгәлеге: биоген элементларның запаслары даими түгел. Аларның берникадәр өлеше



134 нче рәсем. *Туклану чылбырларына кайбер мисаллар: А — яшел азык белән туклану чылбыры; Б — детритлы чылбыр*

135 нче рәсем. *Экосистемада матдәләр әйләнеше*

тере биомасса хәлендә бәйләнешкә керә, һәм бу процесс экосистема тирәлегендә калган микъдарны киметә. Һәм әгәр үсемлекләр, шулай ук башка организмнар ахыр чиктә таркалмасалар, биоген элементлар запасы бетәр һәм Җирдә тереклек тә тукталыр иде. Моннан шундый нәтиҗә чыгарырга мөмкин: гетеротрофларның, беренче чиратта детритлы чылбырларда эшләп торган организмнарның активлыгы биоген элементлар әйләнеше саклануда һәм, димәк, планетабызда тереклекне дәвам иттерүдә хәлиткеч фактор булып тора.

Детрит. Яшел азык белән туклану чылбыры. Детритлы туклану чылбыры. Матдәләр әйләнеше. Биоген элементлар.

1. Консументлар һәм редуцентлар системасы арасында төп аерымлыклар нәрсәдән гыйбарәт?
2. Биоген матдәләр дип ниндиләр атала?
3. Биоген элементлар әйләнеше саклануда организмнарның нинди типлары төп әһәмияткә ия?
4. Табигатьтә биоген матдәләр әйләнешенең нинди әһәмияте бар?
5. Сез ничек уйлыйсыз, судагы туклану чылбырында буыннар күбрәкме, әллә коры җирдәгедәме?
6. Детрит составына нәрсәләр керә?

- Яшел азык белән туклану һәм детритлы туклану чылбырларына кергән организмнар исемлеген төзегез.
- Биоген элементлар исемлеген төзегез.

§ 85 Экологик пирамидалар

1. Нәрсә ул азык челтәре?
2. Нинди организмнар продуцентларга керә?
3. Консументлар продуцентлардан нәрсә белән аерыла?

Бергәлектә энергия күчеше. Теләсә нинди туклану чылбырында азык тулысы белән затларның үсүенә, ягъни биомассасы формалашуга файдаланылмый. Аның бер өлеше организмның энергетик ихтыяҗын канәгатьләндерү өчен, ягъни сулау, хәрәкәтләнү, үрчү, тән температурасын саклау һ.б. өчен тотыла. Димәк, туклану чылбырының һәр киләсе буынында биомассаның кимүе күзәтелә. Гадәттә, туклану чылбырының баштагы буыны массасы никадәр зур булса, аннан соңгы буыннарда да ул шулкадәр зуррак була.

Туклану чылбыры — бергәлектә энергия күчешенең төп каналы. Беренчел продуценттан ерагайган саен, аның микъдары кими бара. Бу күп сәбәпләр белән аңлатыла.

Энергиянең бер дәрәҗәдән икенчесенә күчүе беркайчан да тулы булмый. Энергиянең бер өлеше азык эшкәртелү процессында югала, ә икенче өлешен организм бөтенләй үзләштерми, һәм ул аннан экскрементлар белән чыгарыла, ә аннары деструкторлар эшчәнлеге нәтиҗәсендә таркала.

Энергиянең тагын бер өлеше сулау процессында җылылык булып тарала. Теләсә нинди хайван, хәрәкәтләнеп, ауда йөреп, оя корып яисә башка гамәлләр башкарып, энергия сарыф итә, һәм нәтиҗәдә тагын җылылык аерылып чыга.

Экологик пирамида. Бер туклану дәрәҗәсеннән икенчесенә (югарырагына) күчкәндә, энергия микъдарының кимүе бу дәрәҗәләрнең санын һәм ерткыч белән корбан нисбәтен билгели. Теләсә нинди трофик дәрәҗәгә алдагы дәрәҗә энергиясенең якынча 10% ы (яки аз гына күбрәк) керүе исәпләнгән. Шуңа күрә туклану дәрәҗәләренең гомуми саны дүрттән — алтыдан артык булган очрак сирәк күзәтелә.

График ярдәмендә сурәтләнгән бу күренеш ***экологик пирамида*** дип исемләнгән. Сан пирамидасы (затлар саны буенча), биомасса пирамидасы һәм энергия пирамидасы була.

Пирамиданың нигезен продуцентлар (үсемлекләр) барлыкка китерә. Аннан өстә беренче рәт консументлары (үсемлек азык белән туенучылар) урнаша. Тагын да өстәрәк дәрәҗәдә — икенче рәт консументлары (ерткычлар). Пирамиданың түбәсенә кадәр шулай дәвам итә, ә аны иң эре ерткычлар тәшкил итә. Пирамиданың биеклеге, гадәттә, туклану чылбырының озынлыгына тәңгәл килә.

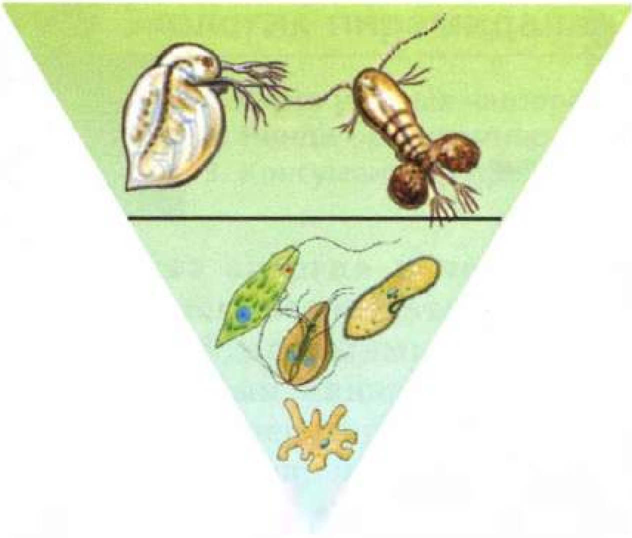
136 нчы рәсем. *Биомассаның экологик пирамидасына мисал*

Биомасса пирамидасы төрле туклану дәрәҗәләрендәге организмнарның биомассалары нисбәтен графикта чагылдыра. Анда билгеле бер туклану дәрәҗәсенә туры килгән турыпочмаклыкның озынлыгы яки мәйданы аның биомассасына пропорциональ булуы күренә (136 нчы рәсем).

Сан пирамидасы һәр туклану дәрәҗәсендә организмнарның тыгызлыгын чагылдыра.

Биомасса һәм сан пирамидалары организмнарның үрчү тизлеген берничек тә исәпкә алмавын искәртү мөһим! Әгәр корбан популяциянең үрчү тизлеге югары икән, биомассасы хәтта кимрәк булганда да, андый популяция биомассасы югары, әмма үрчү тизлеге түбән ерткычлар өчен җитәрлек азык чыганагы булырга мөмкин. Шул сәбәпле сан яки биомасса пирамидалары әйләнгән, ягъни түбәнге туклану дәрәҗәләренең тыгызлыгы һәм биомассасы югарыракларныкыннан кимрәк булырга мөмкин (137 нче рәсем).

Мәсәлән, бер агачта күпләгән бөҗәкләр яши һәм туклана ала (әйләнгән сан пирамидасы). Әйләнгән биомасса пирамидасы диңгез экосистемаларына хас, анда беренчел продуцентлар (фитопланктон суүсемнәре) бик тиз бүленеп үрчиләр, ә аларны



137 нче рәсем. *Диңгез экосистемасында әйләнгән биомасса пирамидасы*

кулланучылар (зоопланктон кысласыманнары) — шактый зур организмнар, ләкин әкрен үрчиләр. Диңгездә тереклек иткән умырткалы хайваннарның массалары тагын да зуррак һәм үрчү циклы да озынрак.

Өч типтагы экологик пирамиданың энергия пирамидасы бергәлекләрнең функциональ оешканлыгы турында тулырак күзалларга ярдәм итә, чөнки ул азык массасының туклану чылбыры аша узу тизлекләрен чагылдыра.

Экологик пирамида. Биомасса пирамидасы. Сан пирамидасы.

1. Нәрсә ул экологик пирамида? Ул бергәлектәге нинди процессларны чагылдыра?
2. Сан һәм энергия пирамидаларының аермасы нәрсәдә?
3. Ни өчен сан пирамидалары туры һәм әйләнгән булырга мөмкин?

1 нче туклану дәрәҗәсендә энергиянең гомуми микъдары 500 берәмлек тәшкил итсә, аның 5 нче дәрәҗәгә кергән микъдарын исәпләп чыгарыгыз.

§ 86 Экологик сукцессия

1. Бергәлекнең трофик структурасы дип нәрсә атала?
2. Сезгә нинди экологик факторлар билгеле?

Сукцессия. Бергәлекләрдә үзгәрешләр һәрвакыт булып тора. Аларның төр составы, теге яки бу төркем организмнарының саны, трофик структурасы, продуктлылыгы һәм калган барлык күрсәткечләр үзгәрә. Бергәлекләр вакыт аралыгында үзгәрәләр.

Тере организмнарның үзара һәм үзләрен чолгап алган абиотик тирәлек белән тәэсир итешүе аркасында, билгеле бер урында бергәлекләрнең закончалыклы һәм эзлекле алмашыну процессы ***сукцессия*** (лат. successio — мирас, буыннар алмашыну, эзлеклелек) дип атала.

Экологик сукцессиянең табигатен аңлау өчен, идеаль бергәлекне күз алдына китерик: анда яшәүче автотрофларның тулай, ягъни суммар, продукциясе энергетик яктан андагы организмнарның тереклек эшчәнлегенә тотылган энергия микъдарына төгәл тәңгәл килә. Экологиядә суммар энергия чыгымнары ***бергәлекнең гомуми сулышы*** дип атала.

Аңлашыла ки, мондый идеаль очракта органик матдәләр барлыкка килү процессларын сулау процесслары тигезли. Димәк, андый системада организмнар биомассасы даими, ә система үзе үзгәрешсез, яки тигез булып кала.

Әгәр «гомуми сулыш» беренчел тулай продукциядән кимрәк булса, экосистемада органик матдәнең күбәюе, әгәр артыграк булса, аның азаюы күзәтелә. Һәр ике очрак та бергәлекнең үзгәрүенә китерә. Ресурс артык булганда, аны үзләштерүче төр һәрчак табыла, ә җитешмәгәндә, төрләрнең бер өлеше үлә. Андый үзгәрешләр нәкъ менә экологик сукцессиянең асылын тәшкил итәләр дә инде. Бу процессның төп үзенчәлеге шуннан гыйбарәт: бергәлекнең үзгәрүе һәрвакыт тигезләнеш халәтенә керү юнәлешендә була.

Сукцессиянең һәр стадиясе теге яки бу төрләр һәм тереклек формалары өстенлек алган бергәлек булып тора. Тотрыклы тигезләнеш хәленә кергәнчегә кадәр, аларның бер-берсен алмаштыруы дәвам итә.

Сукцессиянең төрләре. Беренчел һәм икенчел сукцессияләр була.

Беренчел сукцессияләр туфрак ясалу процессы башланмаган җирлектә барлыкка киләләр, һәм алар фитоценоз гына түгел, туфрак формалашуга да бәйле булалар. Беренчел сукцессиягә ташларда юшкынсыман һәм яфракчыл лишайникларның үсә башлавы мисал була ала. Лишайниклар бүлеп чыгарган сыекча тәэсирендә ташчыл субстрат тора-бара туфракка охшый бара, анда инде куакчыл лишайниклар, яшел мүкләр, аннары үләннәр һәм башка үсемлекләр күренә башлый.

Икенчел сукцессияләр элек формалашкан биоценозлар урынында, мәсәлән, алар эрозия, корылык, янгын, урманнарны кисеп бетерү һ.б. нәтиҗәсендә бозылганнан соң үсәләр.

Сукцессия барышында бергәлекнең тышкы күренеше даими үзгәрә. Экосистеманың эшләп торуы да башкача була.

138 нче рәсем. *Ташландык авыл хуҗалыгы җирендә икенчел сукцессия үсеше (вакыт аралыгында)*

Сукцессиянең дәвамлылыгы күп очракта бергәлек структурасы белән билгеләнә. Беренчел сукцессиядә тотрыклы бергәлек үссен өчен, күп йөзләгән еллар кирәк була.

Икенчел сукцессияләр шактый тизрәк формалаша. Бу — беренчел бергәлекнең үзеннән соң җитәрлек микъдарда туклыклы матдәләр, яхшы туфрак калдыруы белән аңлатыла. Ул яңа күчеп килгән тереклекнең тиз үсүе һәм ныгуы өчен шартлар тудыра (138 нче рәсем).

Өлгергән бергәлек, күптөрлелеге һәм ишлелеге, организмнары нык үсеш алган трофик структурасы һәм энергиянең тигез агышы белән, физик факторлар (мәсәлән, температура, дымлылык) үзгәрүенә һәм хәтта кайбер төр химик пычрануларга яшь бергәлеккә караганда ныграк каршы торырга сәләтле. Әмма яшь бергәлекнең яңа масса бирү сәләте иске бергәлекнекеннән шактый югарырак.

Шулай итеп, кеше, сукцессиянең башлангыч стадияләрендә бергәлекне саклауга үзеннән өлеш кертеп, чиста продукция рәвешендә мул уңыш җыя ала. Чөнки тотрыклы һәм стабиль стадиядәге өлгергән бергәлектә чиста әзер продукция үсемлекләр һәм хайваннарның башлыча «гомуми сулышы»на тотыла һәм ул хәтта нульгә тигезләшергә мөмкин.

Икенче яктан, өлгергән бергәлекнең тотрыклылыгы, аның физик факторлар йогынтысына бирешмәү (хәтта алар белән идарә итү) сәләте бик мөһим һәм гаять файдалы үзлек булып тора.

Кешеләр, еш кына икътисади табыш артыннан куып, экологияне бозуларның тискәре нәтиҗәләре турында уйланмыйлар.

Күпмедер дәрәҗәдә бу — өлгергән типтагы экосистемаларның төрле җитди үзгәрешләре нинди нәтиҗәләргә китерәчәген хәтта белгеч-экологларның да төгәл генә алдан әйтә алмаулары белән бәйле.

Шулай да биосферабызны тоташтан сөрү җирләренә әйләндерүнең зур куркыныч тудыруына ышану өчен, хәтта экология хәзерге вакытта туплаган белемнәр дә җитәр иде. Үзебезне саклап калу максатында, аерым бер ландшафтларны табигый бергәлекләргә әйләндерү зарур.

Сукцессия. Бергәлекнең гомуми сулышы. Беренчел һәм икенчел сукцессияләр.

1. Нәрсә ул сукцессия?
2. Организмнарның «гомуми сулышы» тулай продукция зурлыгына тигез булмаган бергәлектә тигезләнеш булуы мөмкинме?
3. Сез сукцессиянең нинди төрләрен беләсез?
4. Яшь һәм өлгермәгән бергәлекләрнең аермасы нәрсәдә?

Сезгә табигатьтә сукцессион үзгәрешләрне күзәтергә туры килгәне булдымы? Күзәтүләрегез турында сөйләп бирегез.

§ 87 Әйләнә-тирәне пычратуның тере организмнарга йогынтысы

1. Әйләнә-тирәнең нинди пычрануларын беләсез?
2. Нинди организмнар консументлар дип атала?
3. Продуцентлар, консументлар һәм редуцентлар арасында нинди бәйләнеш бар?

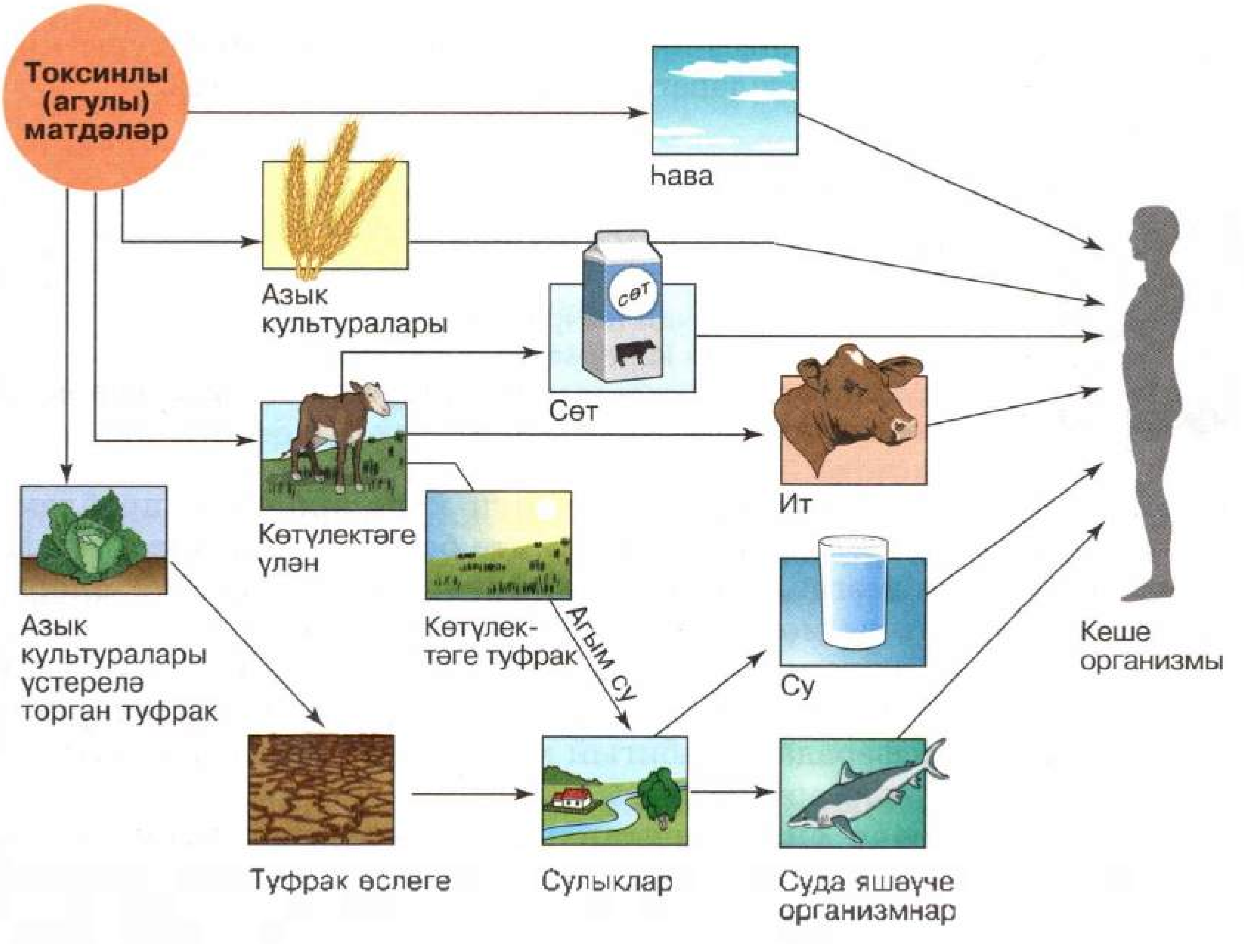
Әйләнә-тирәне пычратулар. Бүгенге күп кенә экологик проблемалар — кешенең акыл белән уйлап эш итә белмәве нәтиҗәсе. Экологик таләпләрне үтәмәгәндә, үсә барган сәнәгать җитештерүе, энергетика, авыл хуҗалыгы мохитне нык пычратырга мөмкин.

Мәсәлән, тере организмнар өчен *токсинлылык* (агулау) үзлегенә ия кургаш, кадмий һәм цинкның хуҗалык калдыклары бу металларның биосферадагы табигый микъдары белән чагыштырганда 18, 5 һәм 3 тапкыр артыграк.

Кеше кулы белән синтезланган күп кенә химик кушылмалар хәтта бик аз гына концентрациядә дә тере организмнар өчен куркыныч. Мәсәлән, хлор файдаланыла торган күп производстволарда катышмалар рәвешендә хасил булган диоксин бик югары биоло-

гик активлыкка, озак саклануга һәм табигатьтә биокүчерү сәләтенә ия. Аның хәтта бик азы гына да организмнарның иммун системасын баса, вируслы авыруларга тиз бирешүчән итә, акыл һәм физик эшчәнлек сәләтен киметә. Югары концентрациясе яман шеш авыруларына китерергә, нерв системасын какшатырга, бавыр һәм ашкайнату тракты авыруларына сәбәп булырга мөмкин.

Авыл хуҗалыгында төрле *агулы химикатлар* киң кулланыла. Шулвакытта агу корткычларны бетереп кенә калмый, ә бәлки шул тирәлектәге барлык файдалы организмнар да (кошлар, суалчаннар, серкәләндерә торган бөҗәкләр, бактерияләр һ.б.) аның тәэсиренә дучар ителә: алар йә үлә, бу — экосистема бозылуга, туфракның структурасы һәм уңдырышы начараюга китерә, йә үзләрендә бу агуны туплап, аны туклану чылбыры буйлап югарырак рәт консументларына һәм кешегә кадәр күчерәләр. Ә консументлар үз гомерләрендә бер генә түгел, күпләгән үсемлек яки хайванны ашаганлыктан, туклану чылбырының һәр дәрәҗәсе саен организмда зарарлы матдәләр концентрациясе якынча 10 тапкыр арта, үтергеч дозага кадәр



139 нчы рәсем. *Токсинлы матдәләрнең туклану чылбыры буйлап күчүе*

җитә (139 нчы рәсем). Бу — агулы химикатларга гына түгел, ә бәлки теләсә нинди зарарлы пычратуларга кагыла.

Туклану чылбырларында пычраткыч матдәләрнең туплануы. Пычраткыч күп матдәләр өчен ***туклану чылбырларында биологик туплану*** күренеше характерлы. Балыкта, мәсәлән, терекөмеш концентрациясе үзе яшәгән судагыга караганда 1000 тапкыр артыграк булырга мөмкин. Андый балык белән тукланучы теләсә нинди организм үзен һәлакәткә дучар итә.

Һәр пычраткыч фактор табигатькә билгеле бер тискәре йогынты ясый, шуңа күрә аларның әйләнә-тирәгә чыгарылуы нык контрольдә тотылырга тиеш.

1. Биосфера пычрану ни өчен куркыныч?
2. Сез нинди пычраткыч матдәләрне беләсез?
3. Туклану чылбырларында пычраткыч матдәләрнең биологик туплануы нинди нәтиҗәләргә китерергә мөмкин?

Сезнең төбәктә (регионда) экологик хәл торышын ачыклагыз. Мохитне пычрата торган чыганакларны ачыклау эшендә катнашыгыз.

§ 88 Табигатьтән рациональ файдалану нигезләре

1. Сезгә кешелек дөньясы каршында торган нинди глобаль экологик проблемалар билгеле?
2. Сез нинди табигый ресурсларны беләсез?
3. Планетабызда экологик кризис сәбәпләре нәрсәдән гыйбарәт?

Экологик аң формалашу. Хәзерге вакытта кешелек җәмгыятенең табигатькә йогынтысы биосфераның катлаулы экологик проблемаларын китереп чыгарды. Аларны чишүгә үз ихтыяҗларын Табигать аңа бирә алган мөмкинлекләр белән чагыштырырга өйрәнгән җәмгыять кенә сәләтле.

Биосфераның торышы белән фәнгә нигезләнеп идарә итүне һәм ноосфера дәрәҗәсенә күчүне тормышка ашыру өчен, бу катлаулы һәм гаять зур системаның төзелешен һәм механизмнарын белү генә җитми, ә бәлки аның процессларына теләгән юнәлештә тәэсир итә алу мөмкинлеге булу да бик мөһим.

Ләкин әгәр җәмгыятьнең җитлегүе һәм культурасы тиешле дәрәҗәдә булмаса, хәтта биосфера механизмнарын камил белү һәм

нәрсә эшләргә кирәклеген ачык аңлау да реаль нәтиҗәләрен бирми. Биредә иң әһәмиятле момент булып яңа социаль һәм экологик әхлак формалаштыру тора. «Кеше — табигатьнең патшасы» яки «Табигатьтән рәхимлекләр көтәргә ярамый, аннан алу — безнең бурычыбыз» кебек чакыруларга алмашка безне Табигатьтә яшәткән һәрнәрсәгә карата төпле һәм сакчыл мөнәсәбәткә омтылу максаты килергә тиеш.

Кешелек җәмгыятенең үсеш стратегиясен формалаштырганда, аның ихтыяҗлары белән биосфераның нормаль эшләп торуын саклау мөмкинлекләрен үзара гармониядә булырлык итеп оештырырга кирәк. Бу — энергия һәм ресурсларны бәрәкәтле, сакчыл тотуның җитештерү ысулларын (технологияләрне) киң таратуны гына түгел, ә бәлки кеше ихтыяҗларының характерын үзгәртүне дә аңлата.

Хәзерге вакытта без «бер тапкыр гына кулланучылар җәмгыяте» дип аталган җәмгыятьтә яшибез. Аңа табигать ресурсларыннан исәпсез, әрәм-шәрәм итеп файдалану хас. Кешелек цивилизациясен саклау өчен, табигатьне саклый торган җәмгыять төзү зарур.

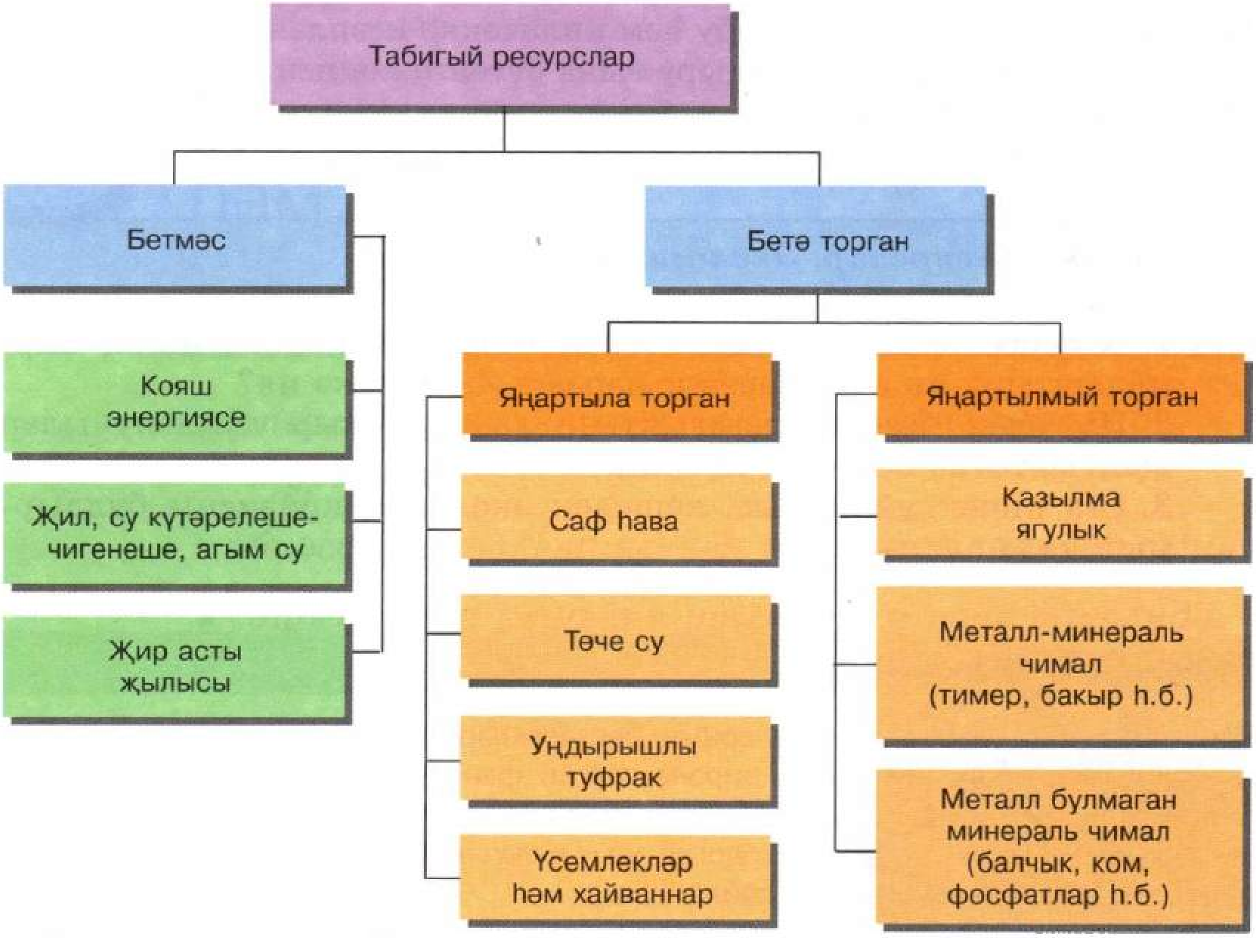
Табигый ресурслар — кешене чолгап алган тышкы тирәлекнең җәмгыять тарафыннан матди һәм рухи ихтыяҗларын канәгатьләндерү өчен файдаланыла торган гаять әһәмиятле компонентлары (140 нчы рәсем).

Җирдәге ресурсларның чикләнгән булуы хәзерге вакытта кешелек цивилизациясенең иң актуаль проблемаларыннан санала. Шуңа күрә табигый ресурслар белән рациональ идарә итү бурычын тормышка ашыруны хәзерге заманның иң мөһим моментларыннан берсе дип карарга мөмкин.

Табигый ресурсларның чикләнгәнлеге, аларны табу һәм эшкәртү технологиясе камил булмау еш кына биогеоценозларның җимерелүенә, мохитнең пычрануына, климат һәм экосистемаларда матдәләр әйләнеше бозылуына китерә.

Табигатьтән рациональ файдалану. Табигый ресурслар белән рациональ идарә итүнең гомуми бурычы табигый һәм ясалма экосистемалардан файдалануның иң яхшы (аерым критерийлары буенча) яки оптималь ысулларын табудан гыйбарәт.

Яңа технологияләр булдыру сәнагатьтә, төзелештә, транспортта, авыл хуҗалыгында һәм кеше эшчәнлегенең башка тармакларында барлык проектларның, аеруча киң масштаблы проектларның, дәлилле, дөрес эшләнгән экологик экспертизасы белән бергә алып барылырга тиеш. Специальләшкән бәйсез оешмалар тарафыннан үткәрелгән мондый экспертиза бу проектларны тормышка ашыруда биосфера өчен көтелмәгән нәтиҗәләрне һәм күп кенә ялгышларны булдырмый калырга ярдәм итәчәк.



140 нчы рәсем. *Табигый ресурслар*

Табигатьне саклау һәм аның ресурсларын торгызу бурычлары түбәндәге эшчәнлек төрләрен күздә тота:

— локаль (җирле) һәм глобаль экологик мониторинг, ягъни мохитнең иң әһәмиятле характеристикаларын: атмосферада, суда, туфракта зарарлы матдәләр концентрациясен үлчәү һәм аның торышын контрольдә тоту;

— урманнарны яңарту һәм янгыннан, корткычлардан, авырулардан саклау;

— тыюлык зоналарын, үрнәк экосистемаларны, уникаль табигый комплексларны киңәйтү һәм санын арттыру;

— үсемлек һәм хайваннарны саклау, сирәк төрләрен үрчетү; халык арасында экологик аң-белемнәрне киң тарату, белемнәрен күтәрү;

— тирәлекне саклау эшендә халыкара хезмәттәшлек.

Табигатькә карата яңача мөнәсәбәт формалаштыру буенча кеше эшчәнлегенең барлык өлкәләрендә актив эш алып бару, табигатьтән

дөрес файдалану юлларын табу һәм киләчәккә исәпләнгән табигатьне саклау технологияләрен булдыру гына бүгенге көннең экологик проблемаларын чишү һәм табигать белән гармонияле «хезмәттәшлек»кә күчү мөмкинлеген бирәчәк.

Табигый ресурслар. Экологик аң.

1. Хәзерге кешелек җәмгыятенең үсеше өчен экологик аң формалаштыру ни өчен беренче дәрәҗә әһәмияткә ия?
2. Ни өчен безнең җәмгыятьне «бер тапкыр кулланучылар җәмгыяте»нә кертергә мөмкин?
3. Сез ничек уйлыйсыз, кешелек экологик кризисны булдырмый кала аламы?

Бүлекнең кыскача эчтәлеге

Экология – организмнар һәм аларның бергәлекләре белән тышкы тирәлек арасындагы үзара бәйләнешләрне өйрәнә торган фән. Хәзерге заман экологиясе – универсаль, тиз үсүчән, планетабызның барча тереклеге өчен зур практик әһәмияткә ия комплекслы фән. Экология ул – киләчәк фәне, ихтимал, кешенең үз яшәеше дә бу фәннең үсешенә бәйле булыр.

Җирдә төп дүрт яшәү тирәлеге бар: су, коры җир-һава, туфрак һәм тере организмнар үзләре барлыкка китергән мохит. Тирәлекнең бөтен факторлары төп өч төркемгә: абиотик, биотик һәм антропоген төркемнәргә бүленә.

Экологик урын теге яки бу төрнең тереклек итүе өчен кирәкле барлык шартлар җыелмасы һәм шулай ук аның биологик бергәлектәге роле белән билгеләнә.

Популяцияләр аерым тирәлектә уртак тереклек алып барган һәм үзләренә әлеге табигый тирәлектә тотрыклылык тәэмин иткән төрле мөнәсәбәтләр аша үзара бәйләнгән бер төр организмнарыннан тора.

Барлык табигый экосистемалар, үзара бәйләнештә яшәгән хәлдә, Җирнең тере тышчасын барлыкка китерәләр, һәм аңа иң зур экосистема итеп карарга мөмкин. Бу экосистема биосфера дип атала.

Теләсә кайсы бергәлекнең структурасы организмнарның систематикадагы урыны, энергия һәм матдә күчеше процессларындагы роле, туклануына бәйле пространствода урнашуы яисә табигый экосистемаларның эшләп тору закончалыкларын аңларга ярдәм иткән башка берәр билгесе буенча аерылып торган төрле төркемнәр нисбәте белән билгеләнә.

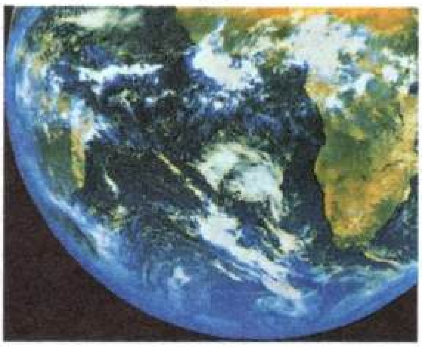
Бүгенге экологик проблемалар – кешенең акыл белән уйланылмаган хуҗалык эшчәнлеге нәтиҗәсе. Экологик таләпләрне тиешенчә үтәмәгәндә, үсә барган сәнәгать җитештерүе, энергетика, авыл хуҗалыгы мохитне нык пычратырга мөмкин.

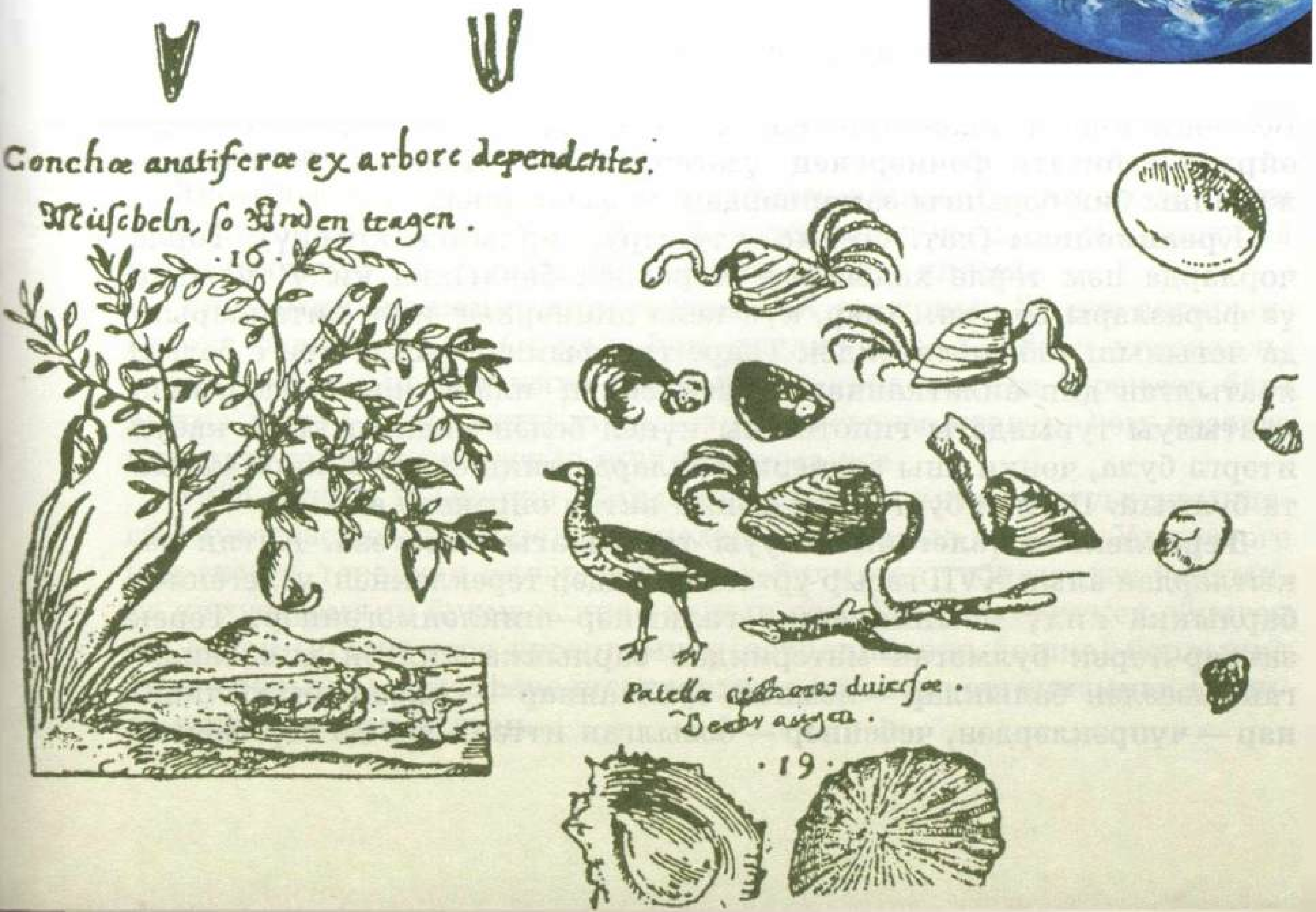
9 бүлек

Биосфера эволюциясе һәм кеше

Бу бүлекне өйрәнеп, сез түбәндәгеләрне белерсез:

- ***тереклек килеп чыгуның төп гипотезалары турында;***
- ***биосфера эволюциясенең төп этаплары турында;***
- ***биосферада кешенең урыны һәм роле турында.***





Хәзерге күзаллаулар буенча, планетабызның башлангыч стадияләрендә Җирнең тышкы күренеше үзгәрү Җир кабыгы эчендә, планетаның өслегендә һәм тирән катламнарында барган геологик процессларга бәйле.

Тереклек барлыкка килү белән, планетаның бөтен почмакларына үтеп кергән тере матдәнең эшчәнлеге геологик һәм биологик җисемнәрнең, энергия һәм матдәләр әверелеше процессларының үзара тыгыз бәйләнгән бердәм системасын — биосфераны барлыкка китерә.

Биосфера ул — тереклекнең таралу сферасы гына түгел, ә бәлки аның эшчәнлеге нәтиҗәсе дә. Тереклек, барлыкка килгәннән алып, һәрдаим үсә һәм катлаулана бара. Тере организмнар, әйләнә-тирәгә йогынты ясап, аны үзгәртәләр. Шул рәвешле, органик тереклекнең тарихи үсеше белән бергә, биосфера да үзгәреш кичерә, ягъни эволюцияләнә.

§ 89 Тереклекнең килеп чыгуы турындагы гипотезалар

1. **Нәрсә ул тереклек?**
2. **Тереклекнең килеп чыгуы турында сезгә нинди гипотезалар билгеле?**
3. **Фәнни методның төп принцибы нәрсәдән гыйбарәт?**

Без яши торган планетада тереклекнең килеп чыгуы проблемасын өйрәнү табигать фәннәренең үзәгендә тора. Кешеләр бу сорауга җавапны бик борынгы заманнардан ук эзләгәннәр.

Креационизм (лат. creatio — тудыру, барлыкка китерү). Төрле чорларда һәм төрле халыкның тереклек барлыкка килү турында үз фаразлары булган. Алар, күп кенә диннәрнең изге китапларында чагылыш табып, тереклек Тәңре тарафыннан (Алла иреге белән) яратылган дип аңлатканнар. Тереклекнең илаһи көч тарафыннан яратылуы турындагы гипотезаны күңел белән инанып кына кабул итәргә була, чөнки аны экспериментларда тикшереп тә, кире кагып та булмый. Шулай булгач, ул фәнни яктан өйрәнелә алмый.

Тереклекнең үзлегеннән тууы турындагы гипотеза. Антик вакытлардан алып XVII гасыр уртасына кадәр тереклекнең үзлегеннән барлыкка килү мөмкинлегенә галимнәр шикләнмәгәннәр. Терек затлар терек булмаган материядән барлыкка килгән дип саналган, мәсәлән балыклар — ләмнән, суалчаннар — туфрактан, тычканнар — чүпрәкләрдән, чебеннәр — бозылган иттән; һәм дә бер форма-

лар икенчеләрен, мәсәлән, җимешләр кошларны һәм башка хайваннарны тудыра ала дип уйлаганнар (343 нче битне карагыз).

Мәсәлән, бөек *Аристотель*, еланбалыкларны өйрәнеп, алар арасында уылдыклы яки балык агы булган затлар очрамавын ачыклый. Шуңа нигезләнеп, ул еланбалыкларны олы балык су төбенә ышкыудан ясалган ләм «тутырмасы»ннан туа дип фаразлый.

Үзлегеннән туу турындагы фаразларны иң беренче Италия галиме *Франческо Реди* экспериментлары инкарь итә, ул 1668 елда бозылган иттә чебеннең үзлегеннән туа алмавын исбатлый.

Шуңа да карамастан тереклекнең үзлегеннән туу идеяләре XIX гасыр уртасына кадәр саклана. 1862 елда гына француз галиме *Луи Пастер* тереклекнең үзлегеннән тууы гипотезасын тәмам кире кагуга ирешә. Л. Пастер хезмәтләре «Бөтен тере — тередән» принцибының планетабыздагы мәгълүм булган барча организмнар өчен урынлы икәнен расларга мөмкинлек бирә, ләкин тереклекнең ничек килеп чыгуы турындагы сорауны хәл итми.

Панспермия гипотезасы. Тереклекнең үзлегеннән яралуы мөмкин булмавы раслангач, икенче проблема килеп туа. Әгәр тере организмның яралуы өчен икенче тере организм кирәк икән, беренче тере организм каян килгән соң? Бу — панспермия гипотезасына этәргеч бирә, аның тарафдарлары, шул исәптән күренекле галимнәр арасында да күп була. Алар иң беренче тереклек Җирдә тумаган, ә ни рәвешледер безнең планетага читтән килеп кергән дип исәплиләр.

Әмма панспермия гипотезасы бары тик Җирдә тереклек барлыкка килүен генә аңлатырга тырыша. Ә тереклекнең ничек килеп чыгуы турындагы сорауга җавап бирми.

Тереклекнең үзлегеннән яралу фактын кире кагу хәзерге вакытта кайчандыр тереклекнең неорганик материядән үсеш алуы чынлап та мөмкин булуы турындагы фаразларга каршы килми.

Биохимик эволюция гипотезасы. XX гасырның 20 нче елларында рус галиме *А. И. Опарин* һәм инглиз *Дж. Холдейн* углеродлы кушылмаларның биохимик эволюциясе процессында тереклек барлыкка килүе турындагы гипотезаны тәкъдим итәләр, һәм хәзерге күзаллауларның нигезендә шул гипотеза ята.

1924 елда А. И. Опарин Җирдә тереклекнең килеп чыгуы турындагы гипотезасының төп положениеләрен бастырып чыгара. Ул хәзерге шартларда тереклек ияләренең терек булмаган табигатьтән барлыкка килүе мөмкин булмавыннан чыгып яза. Тере материянең абиоген юл белән (ягъни тере организмнар катнашыннан башка) барлыкка килүе борынгы атмосфера шартларында һәм тере организмнар югында гына мөмкин булган.

А. И. Опарин фикеренчә, планетаның төрле газларга туенган беренчел атмосферасында, көчле электр бушанулары вакытында, шулай ук ультрашәмәхә нурланыш (атмосферада кислород булмаганлыктан, саклагыч озон экраны булмаган, атмосфера кайтаргыч ролен үтәгән) һәм югары радиация тәэсирендә органик кушылмалар хасил була алган, алар, «беренчел шулпа» барлыкка китереп, океанда тупланган.

Мәгълүм ки, органик матдәләрнең (аксымнар, нуклеин кислоталары, липидлар) куертылган эремәләрендә билгеле бер шартларда коацерват тамчылары, яки ***коацерватлар*** дип аталган куерыклар (төерләр) ясала ала. Кайтарылма атмосфера шартларында коацерватлар таркалмаган. Эремәдән аларга химик матдәләр кергән, һәм шуларда яңа кушылмалар синтезланган, нәтиҗәдә куерыклар үсә һәм катлаулана барган.

Коацерватлар инде тере организмнарны хәтерләткәннәр, әмма аларда, төзек эчке структура һәм үрчү сәләте булмаганлыктан, тереклек билгеләре күренмәгән. А. И. Опарин аксым коацерватларына ***пробионтлар*** — тере организм элгәрләре дип карый. Аның уйлавынча, аксым табигатьле пробионтлар (тереклек башлангычлары), билгеле бер этапта үзләренә нуклеин кислоталары кертеп, бердәм комплекс барлыкка китергәннәр.

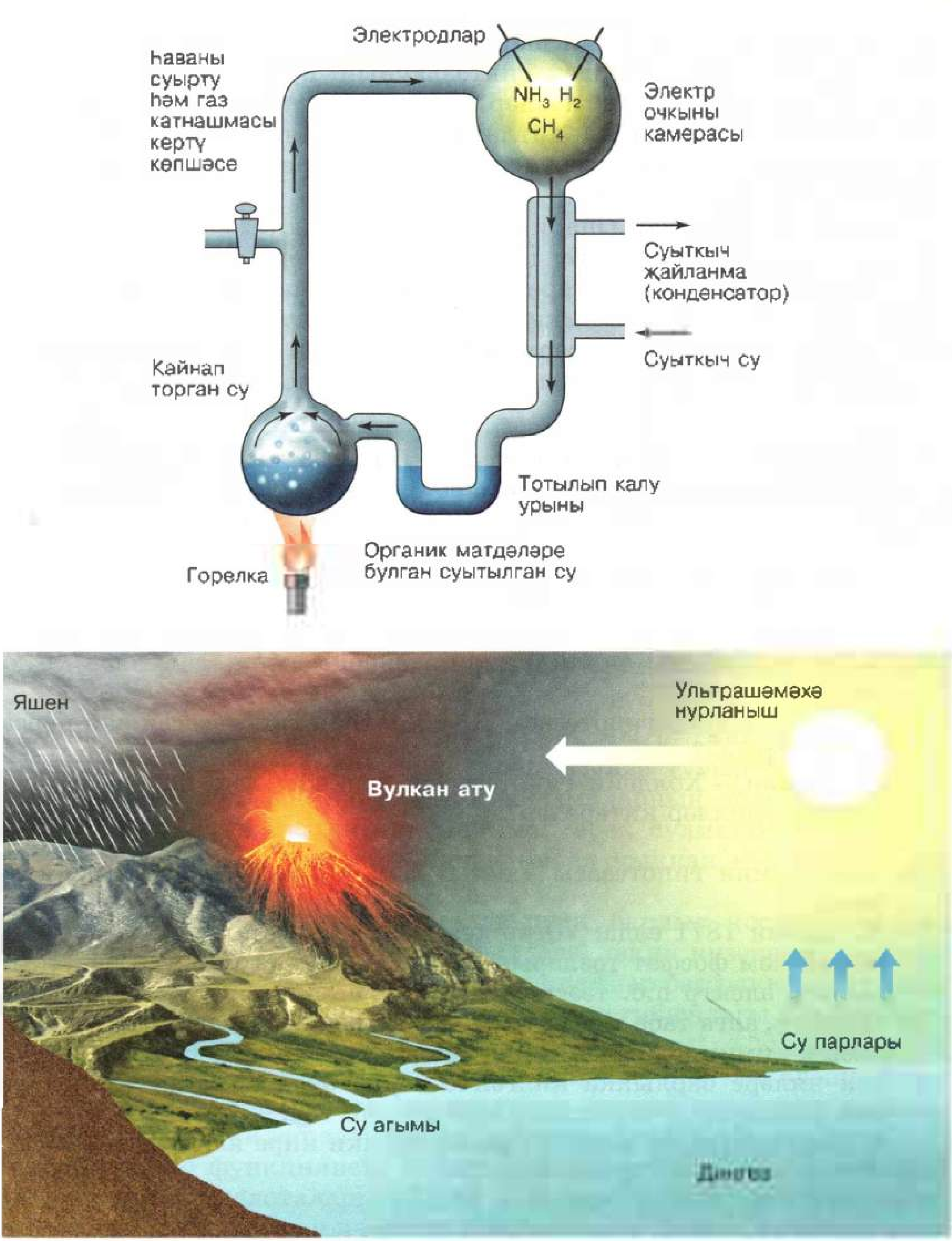
Аксымнар һәм нуклеин кислоталарының үзара тәэсир итешүе тере материянең үзлегеннән үрчи алу, нәселдәнлек информациясен саклау һәм аны үзеннән соңгы буыннарга күчерү кебек үзлекләре барлыкка килүгә сәбәп була.

Матдәләр алмашы белән үзлегеннән үрчү сәләтен берләштергән пробионтларга инде примитив күзәнәк башлангычлары (проклетки) дип карарга мөмкин.

1929 елда инглиз галиме Дж. Холдейн шулай ук тереклекнең абиоген чыгышы турында гипотеза тәкъдим итә, ләкин, аның карашынча, беренчел булып әйләнә-тирәлек белән матдәләр алмашуга сәләтле коацерват система түгел, ә үзлегеннән үрчергә сәләтле макромолекуляр система тора. Башкача әйткәндә, А. И. Опарин беренчелекне — аксымнарга, ә Дж. Холдейн нуклеин кислоталарына бирә.

Опарин — Холдейн гипотезасы күпләр тарафыннан яклау таба, чөнки ул органик биополимерларның абиоген синтезы мөмкин булуын эксперименталь рәвештә раслый.

1953 елда Америка галиме *Стенли Миллер* үзе төзегән җайланмада (141 нче рәсем) Җирнең беренчел атмосферасында булырга тиеш дип фаразланган шартларны модельләштерә. Тәҗрибәләр нәтиҗәсендә аминокислоталар табыла. Төрле лабораторияләрдә үткәрелгән шуңа



141 нче рәсем. *С. Миллер җайланмасында Җирнең беренчел атмосферасы шартларын имитацияләгән тәҗрибә*

охшаш тәҗрибәләр мондый шартларда төп биополимерларның барлык мономерларын диярлек синтезлауның принципиаль мөмкинлеген исбатларга ярдәм итәләр. Соңрак билгеле бер шартларда мономерлардан тагын да катлаулырак органик биополимерлар: полипептидлар, полинуклеотидлар, полисахаридлар һәм липидлар синтезлап булуы ачыклана.

Ләкин оппонентлар Опарин — Холдейн гипотезасының йомшак якларын да күрсәтәләр. Бу гипотеза кысаларында төп проблеманы — терек булмаганнан терекә сыйфатлы сикереш үзгәрешләре ничек булганын аңлату мөмкин түгел. Чөнки нуклеин кислоталарының үзрепродукциясе (күчермәсен бирүе) өчен — аксым табигатьле ферментлар, ә аксым синтезы өчен нуклеин кислоталары кирәк.

Креационизм. Үзлегеннән ярала. Панспермия гипотезасы. Биохимик эволюция гипотезасы. Коацерватлар. Пробионтлар.

1. Ни өчен тереклекнең илаһи көч тарафыннан яратылуын раслап та, кире кагып та булмый?
2. Опарин — Холдейн гипотезасының төп положениеләре нинди?
3. Бу гипотезаны яклап, нинди эксперименталь дәлилләр китерергә мөмкин?
4. А. И. Опарин гипотезасы Дж. Холдейн гипотезасыннан нәрсә белән аерыла?
5. Опарин — Холдейн гипотезасын тәнкыйтьләп, оппонентлары нинди дәлилләр китерәләр?

Панспермия гипотезасы «яклы» һәм «каршы» дәлилләр китерегез.

Ч. Дарвин 1871 елда: «Әгәр хәзер... үзендә барлык кирәкле аммоний һәм фосфат тозларын туплаган, шулай ук яктылык, җылылык, электр һ.б. тәэсир итә алган нинди дә булса бер җылы сулыкта, алга таба тагын да катлаулырак әверелешләргә сәләтле аксым химик юл белән барлыкка килсә, бу матдә шундук тереклек ияләре барлыкка килгәнче чорда була алмаган таркалуга һәм йотылуга дучар ителер иде», — дип яза.

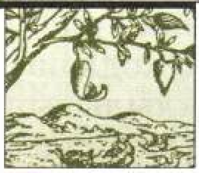
Ч. Дарвинның бу фикерен раслагыз яки кире кагыгыз.

Тереклек һәм аның килеп чыгуының асылын аңлау буенча кешелек цивилизациясе мәдәниятендә элек-электән ике идея — биогенез һәм абиогенез идеяләре яшәп килгән.

Биогенез идеясе (терекнең теректән барлыкка килүе) борынгы Көнчыгыш дини аңлатулардан башланган, алар өчен табигать күренешләренең башы да, ахыры да булмау гадәти фикергә әйләнгән. Материя, Космос (Галәм) мәңгелек булган кебек, бу мәдәниятләр өчен тереклекнең мәңгелеге логик яктан карагаңда кабул итәрлек.

Альтернатив идея – *абиогенез* (терекнең терек булмаганнан килеп чыгуы) – безнең эрага кадәр күпкә элегрәк Тигр һәм Ефрат елгалары үзәннәрендә яшәгән цивилизацияләргә барып тоташа. Бу өлкә даими су басуларга дучар ителгән, шуңа күрә аның һәлакәтләр «бишеге» булуы һәм яһүд дине (иудаизм) белән христиан дине аша Европа цивилизациясенә йогынты ясавы гаҗәп түгел. Һәлакәтләр ничектер буыннар бәйләнешен өзгән, тереклекнең яратылуын, яңадан тууын фаразлаган кебек була. Шуңа бәйле рәвештә Европа мәдәниятендә организмнарның табигый һәм табигатьтән өстен көчләр йогынтысында әледән-әле үзлекләреннән барлыкка килүләренә инану таралган.

§ 90 Тереклекнең килеп чыгуы турында хәзерге күзаллаулар



1. Күзәнәктә ДНК һәм РНКның роле нинди?
2. Нәрсә ул генетик код?
3. Нәрсә ул ферментлар? Күзәнәктә ферментларның роле нинди?

Тереклекнең абиоген юл белән килеп чыгу гипотезасы тере материянең биохимик эволюция процессында тууын фәнни яктан төгәлрәк билгели. Ләкин органик кушылмаларның абиоген синтезы кайда һәм кайчан булган, иң мөһиме, терек булмаганнан тереккә сыйфатлы сикереш үзгәреше ничек килеп чыккан кебек сораулар бәхәсле булып кала.

Хәзер инде углерод кушылмаларының барлык космик объектларда диярлек хасил булуы төгәл билгеле, ләкин күзәнәккә кадәрге структуралар һәм соңрак беренчел организмнар барлыкка килү өчен кирәкле шартлар, галимнәр фикеренчә, Җир тибындагы планеталарда гына була алган.

Күп кенә галимнәр органик кушылмаларның шактый өлеше Җирдән читтә ясала алган һәм формалашып килгән планетага космик җисемнәр белән килеп эләккән булырга мөмкин дип исәплиләр.

Ә менә ике функциянең — аксым-ферментларга хас каталитик һәм нуклеин кислоталары (ДНК) башкара торган информацион-генетик функцияләрнең — ничек берләшкәнен аңлату әлегә иң катлаулы мәсьәлә булып кала. Чөнки бу шарт үтәлгәндә генә, терек булмаганнан тереккә сыйфатлы сикереш үзгәреше була ала.

Биохимик эволюция тарафдарлары «беренчел шулпа»да миллионлаган еллар дәвамында төрле молекулалар үзара тәэсир итешкәннәр, ахыр чиктә бу аларның очраклы гына уңышлы кушылуына һәм пробионтта шундый аксым-нуклеин комплексы хасил булуына китергән дип саныйлар. Ләкин аларның оппонентлары хаклы рәвештә андый бәхетле очраклылыкның булу ихтималы гамәлдә нульгә тигез дип ассызыклыйлар.

Бу проблеманы аңларга РНКны өйрәнгәндә ясалган ачышлар ярдәм итәргә мөмкин.

Генетик информацияне ДНК гына йөртә дип исәплиләр иде, ләкин кайбер РНКлар ачык беленеп торган каталитик активлыкка ия һәм, аксым-ферментлар булмаганда, күчермәләрен бирергә (үзрепродукциягә) сәләтле булып чыгалар. Шул рәвешле, борынгы РНК үзендә каталитик һәм информацион-генетик функцияләрне берләштерә алган, бу исә макромолекуляр системага үзрепродукция сәләтен биргән булырга тиеш.

Әгәр әлеге фараз дөрес булса, алга таба эволюция РНК → аксым → ДНК юнәлешендә баргандыр, күрәсең.

Шулкадәр катлаулы механизмның эволюцион үсеше әлегә җитәрлек ачыкланмаган. Тик шунысы бәхәссез: генетик кодлашу системасында РНК генетик информациянең нык тотрыклылыгын тәэмин иткән ДНКга алмашынган. РНКда «арадашчы» функциясе ныгып калган: ул информацияне ДНКдан аксымга күчерә. Хәзер яшәүче барлык тере организмнар өчен информация агымының нәкъ менә ДНК → РНК → аксым юнәлешендә баруы характерлы.

Шулай итеп, хәзерге вакытта без тереклекнең барлыкка килү проблемасы хәл ителгән дип исәпли алмыйбыз, ә бәлки галимнәр аны чишүнең перспективалырак юлларын эзлиләр дип кенә әйтә алабыз.

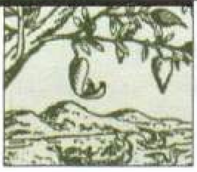
Тереклекнең абиоген юл белән барлыкка килү гипотезасы.

1. Ни өчен галимнәр биохимик эволюция процессында тереклекнең абиоген юл белән барлыкка килү гипотезасын урынлырак дип саныйлар?
2. Тереклекнең абиоген юл белән килеп чыгу гипотезасында нинди проблема иң катлаулысы булып тора?
3. Ни өчен галимнәр РНКны өйрәнгәндә ясалган ачышлар тереклек барлыкка килү проблемасын чишүдә ачкыч булырга мөмкин дип уйлыйлар?

«Җирдә тереклек барлыкка килү» дигән тема буенча диспутта катнашыгыз. Бу сорауга карата үз фикерегезне әйтегез.

Фаразларга нигезләнеп, Җирнең борынгы атмосферасын имитацияләгән ясалма шартларда беренче ДНК яки аксым чылбырлары түгел, ә бәлки РНК чылбырлары барлыкка килүен тәҗрибәдә ачыклыйлар. Шуңа бәйле рәвештә безгә мәгълүм булмаган ниндидер вакыйгалар һәм процесслар нәтиҗәсендә РНК-сыман полинуклеотидлар, вакыт узу белән, аксымнар ясалу процессына юнәлеш бирү сәләтенә ия булганнар, ә аксым-ферментлар үз чиратларында РНКның яңа күчермәләрен бик нәтиҗәле катализлый башлаганнар дип күзалларга мөмкин.

§ 91 Җирдә тереклекнең төп үсеш этаплары



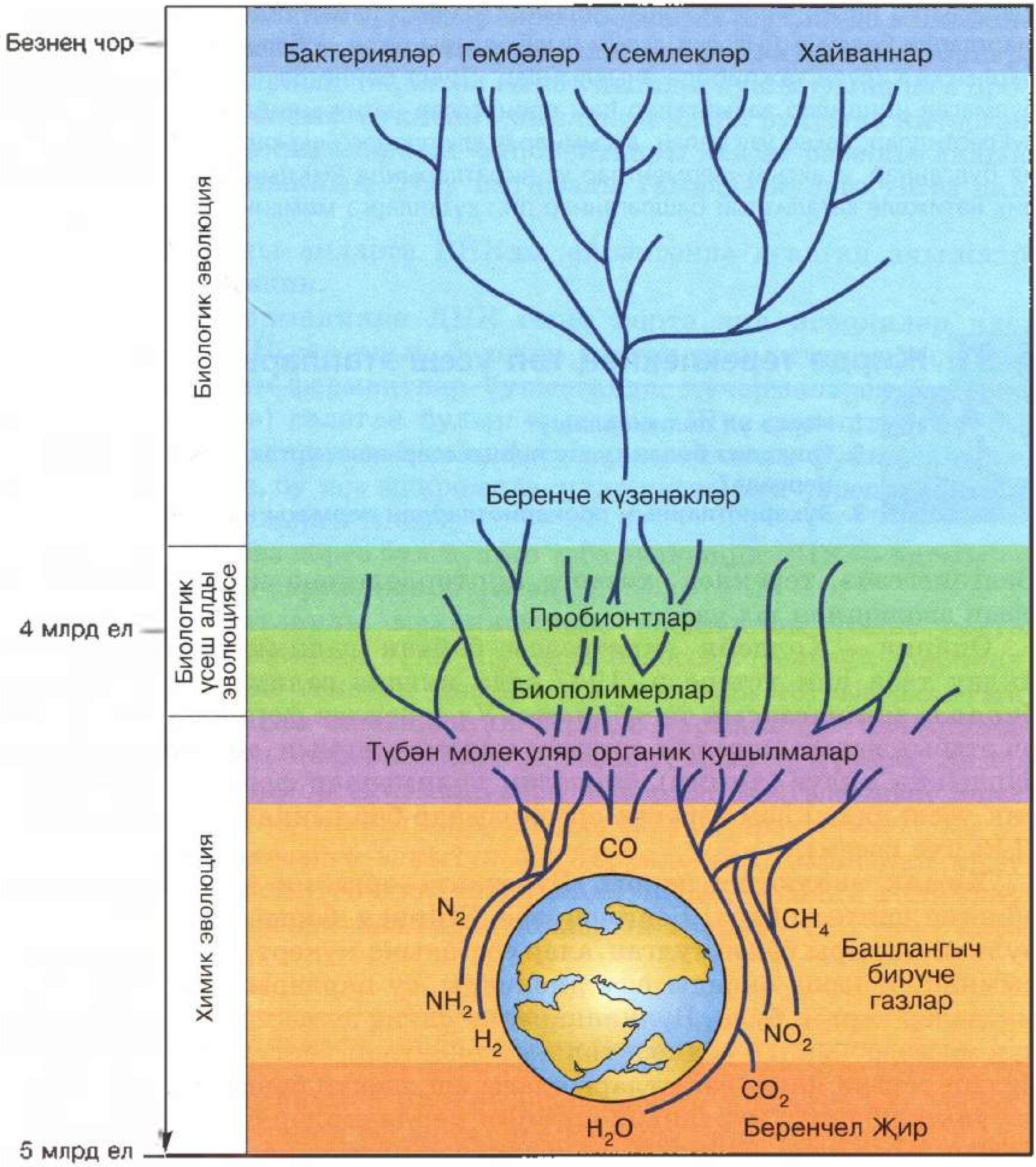
1. **Нәрсә ул полимерлашу?**
2. **Гликолиз белән сулау процессларының уртаклыгы һәм аермасы нәрсәдә?**
3. **Эукариотларның прокариотлардан аермасы нәрсәдә?**

Белгәнегезчә, тереклек, хәзерге күптөрлелегенә килеп җиткәнче, озын эволюцион юл уза.

Опарин — Холдейн гипотезасы байтак галимнәр тарафыннан яклау таба һәм үстерелә. 1947 елда инглиз галиме *Джон Бернал* ***биопоэз гипотезасын*** тәгъбир итә. Ул тереклек формалашуның төп өч этабын аерып күрсәтә: органик мономерларның абиоген юл белән барлыкка килүе (химик), биологик полимерлар формалашу (биологик үсеш алды) һәм беренче организмнар барлыкка килү (биологик) (142 нче рәсем).

Химик эволюция этабы. Бу этапта органик мономерларның абиоген синтезы бара. Белгәнегезчә, Җирнең борынгы атмосферасы вулкан газлары белән тулган, алар составына күкерт, азот оксидлары, аммиак, углерод оксиды һәм диоксиды, су парлары һәм башка күп матдәләр кергән була. Вулканнарның актив эшчәнлеге нәтиҗәсендә зур массада чыккан радиоактив компонентлар, бертуктаусыз диярлек булып торган яшен вакытларындагы еш электр бушанулары, шулай ук ультрашәмәхә нурланыш органик кушылмалар барлыкка килүгә булышлык иткән. Борынгы атмосферада ирекле кислород булмаган, шуңа күрә органик кушылмаларның оксидлашу процесслары да бармаган; алар җылы, хәтта кайнап торган сулыкларда тупланганнар һәм, «беренчел шулпа» барлыкка китереп, акрынлап төзелешләрен катлауландырганнар. Бу процесслар миллион еллар гына түгел, дистәләгән миллион еллар дәвам иткән.

Эволюциянең биологик үсеш алды этабы. Әлеге этапта полимерлашу реакцияләре барган, алар эремә аз гына куерганда (сулык



142 нче рәсем. *Тереклек формалашуның төп этаплары*

кибү сәбәпле, концентрациясе артканда) һәм хәтта дымлы комда да активлаша алганнар. Нәтиҗәдә аксым-нуклеин-липоид комплекслары формалашкан (галимнәр аларны төрлечә: коацерватлар, гиперцикллар, пробионтлар, прогенотлар һ.б. дип тә атыйлар). Биологик

үсеш алды табигый сайланышы нәтиҗәсендә беренче гади тере организмнар барлыкка килгәннәр, биологик табигый сайланышка дучар ителеп, Җирдәге бөтен органик дөньяга башлангыч биргәннәр. Тереклек, мөгаен, суның берникадәр тирәнрәк катламында үсеш алгандыр, чөнки ультрашәмәхә нурланыштан бердәнбер саклану чарасы су булган.

Эволюциянең биологик этабы. Күпчелек галимнәр фикеренчә, беренче примитив тере организмнар төзелешләре белән прокариотларга (төшле күзәнәкләргә кадәрге организмнарга) якын торганнар. Алар «беренчел шулпа»ның органик матдәләре белән тукланганнар, ягъни гетеротрофлар булганнар. Матдәләр алмашының иң борынгы формасы гликолиз булгандыр, күрәсең.

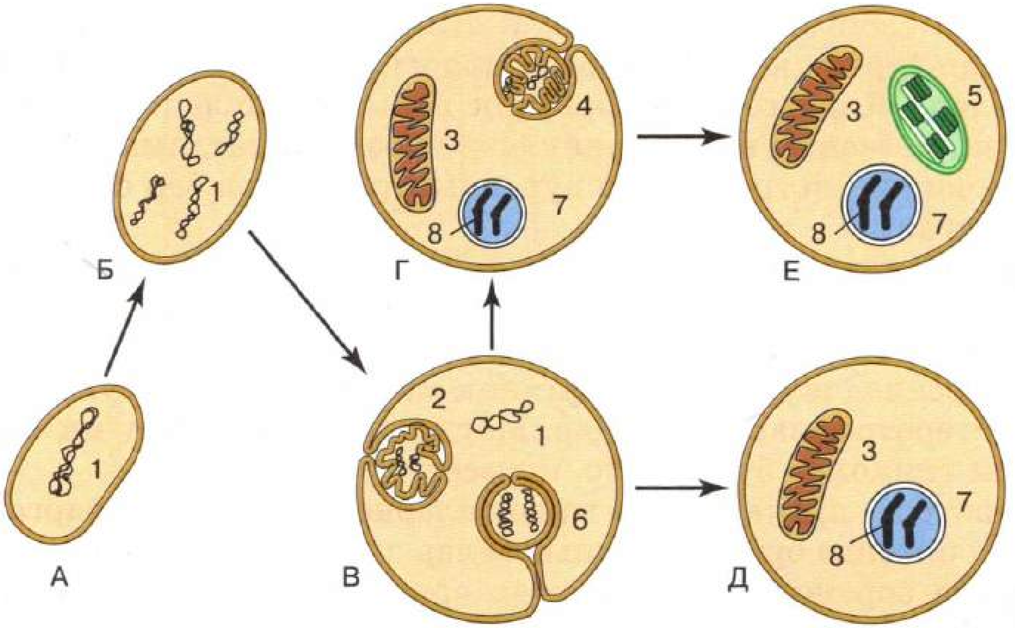
Гетеротроф прокариотик күзәнәкләрнең саны арта барган саен, беренчел океанда органик кушылмалар запасы кими төшкән. Андый шартларда борынгы прокариотлар арасында көрәш кискенләшкән, бу исә, бер яктан, аларның төзелешләрен катлауландырса, икенче яктан, тереклек эшчәнлеге өчен энергия алуның яңа ысуллары килеп чыккан. Шул рәвешле, зур ароморфозлар — автотроф туклану ысулы (хемосинтез һәм фотосинтез) һәм дә атмосфера азотын йоту сәләте барлыкка килгән. Автотрофлыкка, ягъни оксидлашу-кайтарылу реакцияләре исәбенә неорганик матдәләрдән органик матдәләр синтезларга сәләтле организмнар конкурентлык көрәшендә шактый өстенлек алганнар.

Фотосинтез нәтиҗәсендә Җир атмосферасы кислородка баеган. Бу исә планетада атмосфераның кайтармадан оксидлаштыра торганга алмашынуына китергән һәм энергетик процессларның яңа тибы — сулау барлыкка килү өчен алшарт булып торган. Сулау процессында шактый күп энергия аерылып чыга һәм шул матдәләр алмашын тизләтеп кенә калмый, ә нәтиҗәлерәк тә итә, моның белән ул гликолиз һәм әчешү процессларыннан аерылып тора. Сулаганда, күп микъдарда АТФ синтезлау сәләте организмнарга тизрәк үсәргә һәм үрчергә, шулай ук үзләренең структураларын, матдәләр алмашын катлауландырырга булышлык итә.

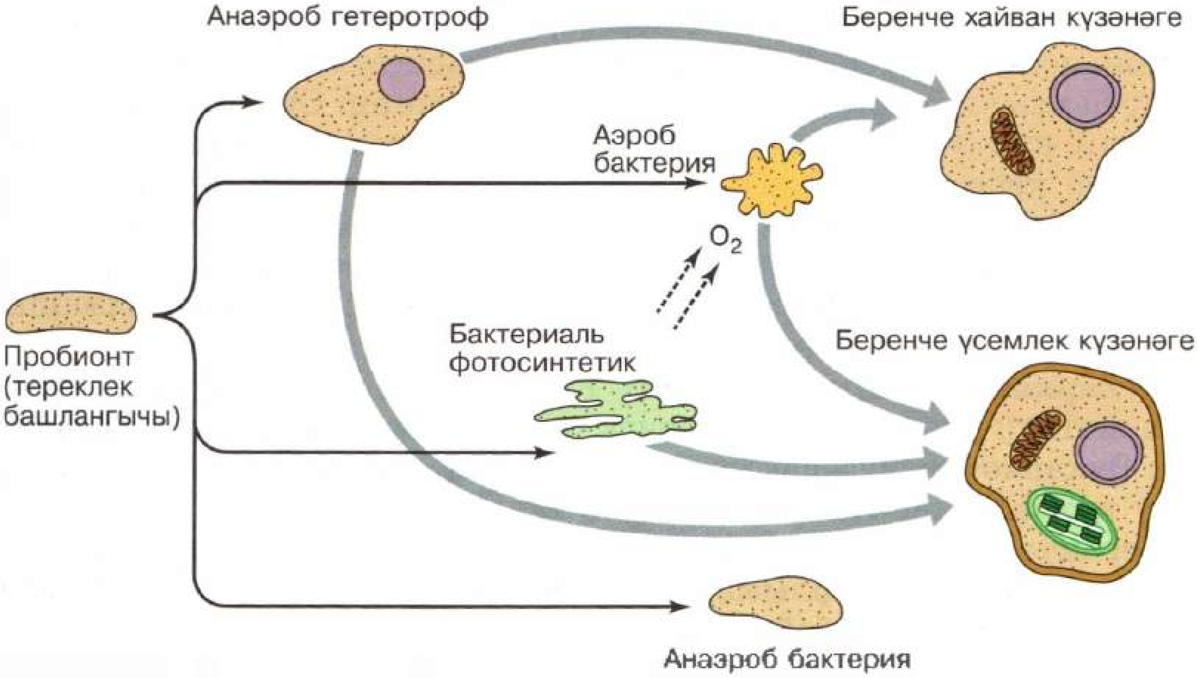
Эукариотлар барлыкка килү гипотезасы. Галимнәрнең күбесе эукариотлар прокариотик күзәнәкләрдән килеп чыккан дип исәпләләр. Эукариотик күзәнәкләр һәм аларның органоидлары барлыкка килү турында ике гипотеза киңрәк танылган.

Беренче гипотеза буенча, эукариотик күзәнәкләр һәм аларның органоидларының барлыкка килүе күзәнәк мембранасы эчкә батып керү процессы белән бәйле (143 нче рәсем).

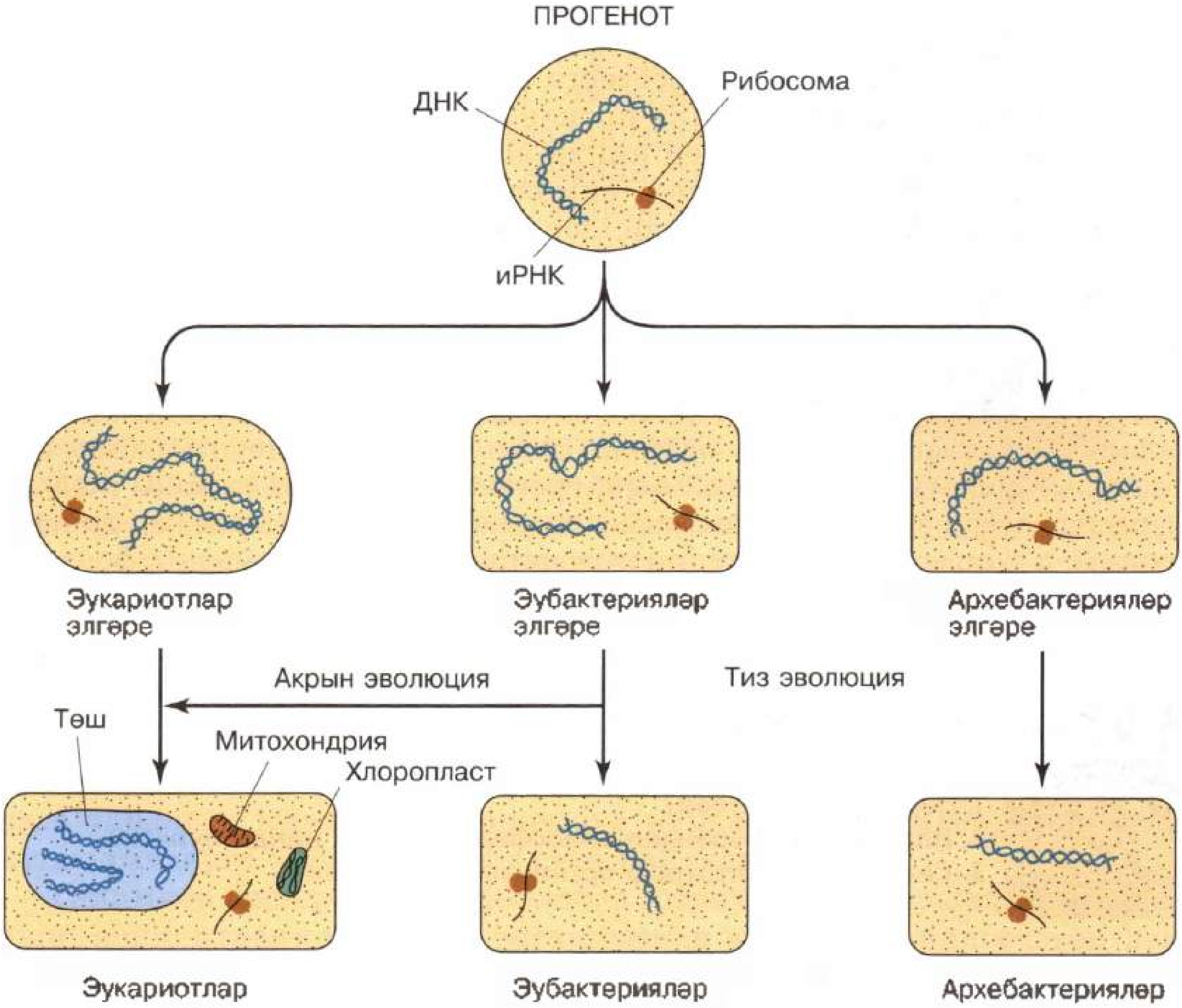
Эукариотик күзәнәкләрнең симбиотик барлыкка килүе турындагы гипотезаның тарафдарлары күбрәк. Әлеге гипотеза буенча,



143 нче рәсем. *Эукариотик күзәнәкләр һәм аларның органеллаларының күзәнәк мембранасы эчкә батып керү юлы белән барлыкки килүе: А — күзәнәк башлангычы (проклетка); Б — гипотетик прокариотлар күзәнәге; В, Г — күзәнәкләрнең митохондрияләр, төш һәм пластидлар формалашу стадиясе; Д, Е — хайван һәм үсемлек күзәнәкләре; 1 — прокариотларның боҗрасыман ДНКсы; 2 — эчкә батып керү юлы белән митохондрияләр ясалу; 3 — митохондрияләр; 4 — эчкә батып керү юлы белән пластидлар ясалу; 5 — хлоропластлар; 6 — эчкә батып керү юлы белән төш барлыкка килү; 7 — төш; 8 — хромосомалар*



144 нче рәсем. *Эукариотик күзәнәкнең симбиотик барлыкка килү схемасы*



145 нче рәсем. *Прогенот гипотезасын сурәтләгән схема*

эукариотик күзәнәкләрнең митохондрияләре, пластидлары, керфекчекләр һәм камчыларның базаль тәнчекләре кайчандыр иркле яшәгән прокариотик күзәнәкләр булганнар. Симбиоз процессында алар органеллаларга әйләнгәннәр (144 нче рәсем).

Митохондрияләрдә һәм хлоропластларда үз РНК һәм ДНКлары булу шул гипотеза файдасына дәлил булып тора. Тәзелеше буенча митохондрияләр РНКсы — куе кызыл (пурпур) бактерияләр РНКсына, хлоропластлар РНКсы цианобактерияләр РНКсына охшаш.

Биопоэз гипотезасы. Эукариотик күзәнәкләрнең симбиотик барлыкка килү гипотезасы. Эукариотик күзәнәкләр һәм аларның органеллаларының күзәнәк мембранасы эчкә батып керү юлы белән барлыкка килү гипотезасы.

1. Җирдә тереклекнең барлыкка килүендә һәм үсешендә нинди төп этапларны аерып күрсәтергә мөмкин?
2. Планета атмосферасына ирекле кислород чыгуның тере организмнар эволюциясе өчен нинди әһәмияте булган?
3. Эукариотик күзәнәкнең симбиотик барлыкка килү гипотезасы файдасына нинди дәлилләр бар?

Рибосома РНКларында нуклеотидларның эзлеклелеген чагыштыру нигезендә, галимнәр барлык тере организмнарны өч төркемгә: эукариотларга, эубактерияләргә һәм архебактерияләргә (соңгы ике төркем – прокариотлар) кертергә мөмкин дигән нәтиҗәгә киләләр. Өч төркемнең дә генетик кодлары бертөрле булу аларның уртак борынгы бабадан башлангыч алуларын дәлилли, аны «прогенот» (ягъни ыру башлыгы) дип атаганнар. Шулай итеп, прогенот гипотезасы тәкъдим ителгән. Эубактерияләр һәм архебактерияләрне прогеноттан килеп чыкканнар дип фаразлана, ә эукариотик күзәнәкләрнең хәзерге тибы, мөгаен, борынгы эукариотлар белән эубактерияләр симбиозы нәтиҗәсендә барлыкка килгәндер (145 нче рәсем).

§ 92 Биосфера эволюциясе

1. Нәрсә ул биосфера?
2. Планетаның беренчел атмосфера составы нинди булган?
3. Сезгә нинди автотроф организмнар билгеле?

Биосфера. Атаклы рус галиме *Владимир Иванович Вернадский*, биосферага карата хәзерге карашны формалаштыручы буларак, аны *Җирнең тышкы тышчасы — тереклек таралу өлкәсе* дип билгеләгән. Биосфераны тәшкил итүчеләр:

— *терек матдә*, ягъни барлык тере организмнар (үсемлекләр, хайваннар, гөмбәләр, микроорганизмнар);

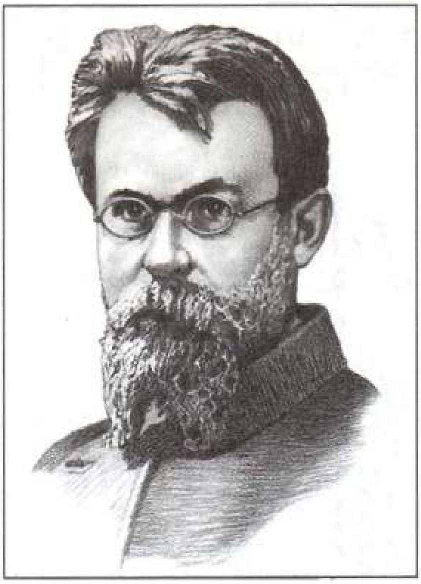
— *биоген матдә*, ягъни терек матдә эшчәнлегендә барлыкка килгән органоминераль яки органик продуктлар (торф, ташкүмер, нефть һ.б.);

— *биологик каты матдә* (биокосное вещество) — тере организмнар терек булмаган табигать (су, атмосфера, тау токымнары) белән берлектә барлыкка китергән туфрак катламы;

— *катып калган* (үле) *матдә* (косное (мёртвое) вещество) — тере организмнар катнашмаган процессларда барлыкка килгән, мәсәлән вулкан атканда ургып чыккан тау токымнары, космик тузан һ.б.

Биосфера, 4 млрд ел элек барлыкка килеп һәм формалашып, даими динамик тигезләнештә һәм үсештә яши.

Биосфераның төп үсеш этаплары. Биосфера үсешенең башлангыч этабында тере организмнар беренчел океанның органик кушылмаларын файдаланганнар. Углекислый газ, матдәләр алмашының иярчен продукты буларак, атмосферага чыгарылган һәм анда җыелган. «Беренчел шулпа» никадәр генә куе булса да, тере организмнар беренчел океанның органик матдәләре запасын шактый тиз үзләштергәннәр. Матдәләр алмашы процессында барлыкка килгән углекислый газдан һәм атмосферадагы водородтан органик кушылмалар синтезларга сәләтле анаэроб организмнар өстенлек алганнар һәм күпләп үрчегәннәр. Алар углекислый газны метанга кадәр кайтарганнар:



Владимир Иванович Вернадский (1864—1945)

$$CO_2 + 4H_2 = CH_4 + 2H_2O + E.$$

Нәтиҗәдә метан хасил булган һәм микроорганизмнарның тереклек эшчәнлекләре өчен кирәкле энергия аерылып чыккан. Атмосферага таралган метан, ультрашәмәхә нурланыш тәэсирендә органик кушылмаларга әйләнеп, кабат суга кайткан.

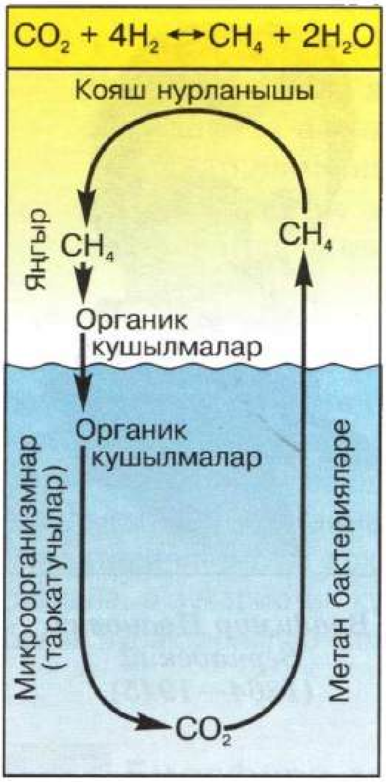
Галимнәр фикеренчә, ул чорларда атмосфера составындагы метанның концентрациясен тере организмнар эшчәнлеге билгеләгән һәм ул якынча бер үк дәрәҗәдә сакланган (146 нчы рәсем).

Фотосинтез һәм сулау процессларының роле. Җир атмосферасында шактый күләмдә водород булганда, метан зур микъдарда саклана алган. Газсыман водород запасы ярлылангач, метан барлыкка китергән бактерияләр инде углекислый газны метанга кадәр эшкәртә алмаганнар һәм, шул рәвешле, үз туклыклы матдәләрен синтезлау өчен, чыганаксыз калганнар.

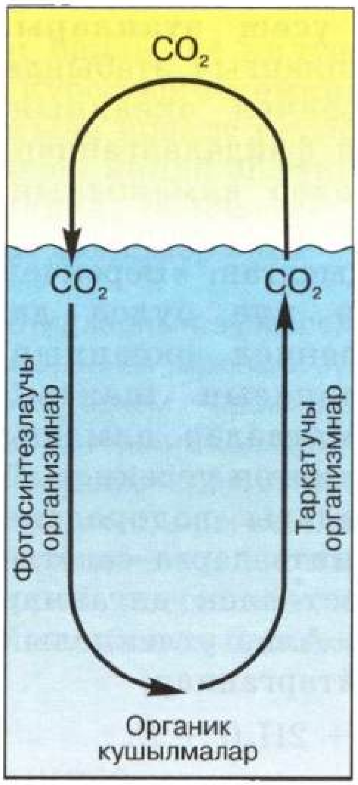
Тере организмнарны яшәү шартлары белән тәэмин итү өчен, матдәләр алмашының һәм энергия алуның яңа формасы кирәк була. Бу — фотосинтез булып чыга. Фотосинтезлый торган беренче микроорганизмнарда әлеге процесс кислород бүленеп чыкмыйча гына барган (147 нче рәсем).

Эволюциянең аннан соңгы этабында камилрәк механизмлы фотосинтезга сәләтле организмнар барлыкка килгән, нәтиҗәдә атмосферага кислород бүленеп чыга башлаган (148 нче рәсем).

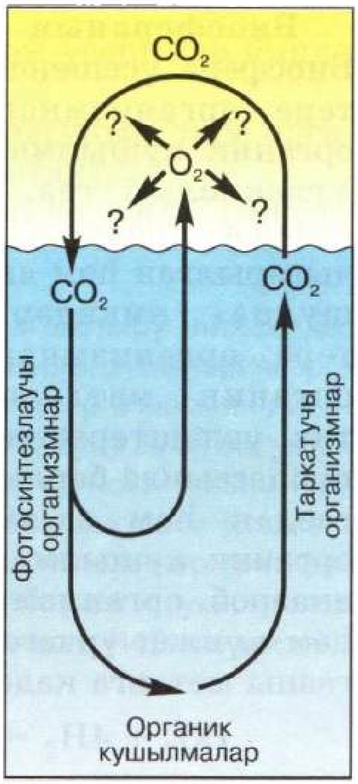
Бу акрынлап Җир атмосферасы составы үзгәрүенә китергән. Анда кислород күбәя барган.



146 нчы рәсем. *Борынгы Җирдә углерод әйләнеше схемасы*



147 нче рәсем. *Фотосинтезга сәләтле беренче микроорганизмнар барлыкка килүгә бәйле углерод әйләнеше схемасы*



148 нче рәсем. *Фотосинтезның хәзерге механизмына ия организмнар барлыкка килүгә бәйле углерод әйләнеше*

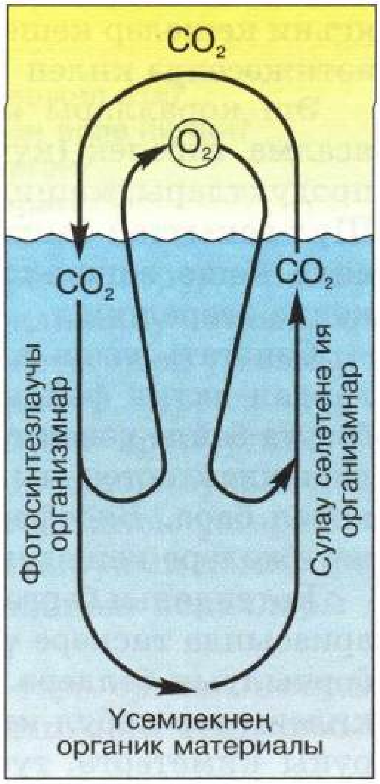
Ул чорның тере организмнары өчен кислород иң көчле агу булган. Чынлыкта экологик кризис башланган. Тере организмнар йә үләргә, йә тирәлекнең яңа шартларына җайлашырга мәҗбүр булганнар.

Атмосферада кислород туплана барган саен, тере организмнарга аны зарарсызландыруның һаман да камилрәк механизмнарын булдырырга туры килгән. Ахыр чиктә терек табигать бу проблеманы чишүнең рациональ юлын тапкан. Кислородны энергия алу өчен файдалана башлаган тере организмнар килеп чыкканнар. Сулау процессы барлыкка килгән.

Фотосинтез органик дөнья үсешендә һәм биосфера эволюциясендә гаять зур роль уйнаган. Озон экраны планетаны ультрашәмәхә нурларның һәлакәтле тәэсиреннән саклаган. Бу исә тере организмнарга сулыкның кояш яхшы җылыткан һәм яктырткан өске катламнарында үрчергә, ә тора-бара коры җирне биләп алырга мөмкинлек биргән. Сулау процессы организмнарны энергия белән тәэмин

иткән, бу инде күп күзәнәкле организмнар барлыкка килүгә, аларның алга таба үсешенә һәм катлаулана баруына этәргеч биргән.

Организмнар, кислород сулап, углекислый газ бүлеп чыгарганнар, һәм ул фотосинтез процессында органик матдәләр барлыкка китерү өчен файдаланылган. Тора-бара автотроф организмнар белән гетеротрофлар арасында тигезләнеш урнашкан, һәм ул атмосфераның яңа составы тотрыклануына китергән. Углерод һәм кислородның хәзерге әйләнеше формалашкан (149 нчы рәсем).



149 нчы рәсем. *Организмнарда сулау процессы барлыкка килүгә бәйле рәвештә башланган углерод әйләнеше схемасы*

Шулай итеп, биосферада организмнарның тереклек эшчәнлеге аркасында органик матдәләр синтезлану һәм таркалу процесслары, шулай ук биосфераның эшләп торуын тәэмин итеп торган матдәләр әйләнешләре беркайчан да тукталмаган. Биосфера үсешенең төрле этапларында синтезлану һәм таркалу процессларының нисбәте даими булмаган. Аның башлангыч этапларында синтез таркалудан өстенрәк процесс булган. Бу — беренчел атмосферадан шактый күләмдә метан, серооводород, углекислый газның әйләнештән чыгуына китергән, ә шуңарчы булмаган ирекле кислород концентрациясе хәзерге 21% ына җиткән.

Якынча 80—90 млн ел элек биосферада бу процессларның тигезсезлеге чагыштырмача тигезләнешкә күчкән.

Биосфера эволюциясенә кешенең йогынтысы. Беренче кешеләр — хәзерге кешенең ерак бабалары — 2,5 млн еллар элек килеп чыкканнар. Башта алар ау һәм җыю белән шөгыльләнгәннәр. Әмма, ау кораллары камилләшүгә бәйле рәвештә, хәзерге анатомик типтагы кеше бик тиз, ихтимал ике-өч мең ел эчендәдер, шул чорда үзенең төп азык рационы булган эре тояклыларны һәм мамонтларны кырып бетергән. Инде ау гына кешеләрне ризыкландыра алмаган. Кеше ач үлем чигенә җиткән һәм юкка чыгуга дучар ителгән. Күп кенә биологик төрләр, мәсәлән, кылыч тешле юлбарыслар һәм мамонтлар юкка чыккан кебек, ул да планета йөзеннән бөтенләй юкка чыккан булыр иде.

Ләкин бу булмый калган, чөнки 10 мең еллар элек кеше игенчелек, ә берникадәр соңрак терлекчелек белән шөгыльләнә башлаган,

ягъни кешеләр кешелек тарихында беренче тапкыр үз эшчәнлекләре нәтиҗәсендә килеп чыккан экологик кризисны җиңгәннәр.

Эш кораллары ярдәмендә кешелек үзенең тереклеге өчен чын ясалма тирәлек (күчеп утырган төбәкләр, тораклар, кием, туклану продуктлары, машиналар һәм күп кенә башка әйберләр) булдырган. Шул вакыттан башлап, биосфера эволюциясе яңа фазага аяк баскан, анда кеше эшчәнлеге көчле табигый хәрәкәт барлыкка китергән көчкә әверелгән.

Сәнәгать үсеш алганнан башлап хәзергә кадәр табигый ресурслардан актив файдалануга һәм табигатьтә урнашкан тигезләнешне бозуга бәйле рәвештә, биосферада җимерү процесслары төзү процессларыннан өстен чыктылар, ул гына да түгел, бу тенденция һаман көчәя бара. Биосфера кабат экологик кризис чигенә җитте. Аның нәтиҗәләре кешелек өчен һәлакәтле булырга мөмкин.

Бөтендөнья бергәлеге кешенең төптән уйлап кылмаган гамәлләре аркасында тискәре үзгәрешләргә дучар ителгән биосфера өчен җитди борчылуын белдерә. Аларны төзәтү юнәлешендә күп кенә халыкара килешүләр кабул ителде, алар атмосферага зарарлы матдәләр чыгаруны киметергә, туфракны һәм сулыкларны пычранудан сакларга ярдәм итәргә тиеш.

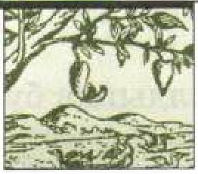
Биосфера.

1. Органик дөнья үсеше белән биосфера эволюциясенең үзара бәйләнеше турында сөйләргә мөмкинме?
2. Биосфера эволюциясенең башлангыч этаплары өчен нинди процесслар характерлы?
3. Ни өчен биосфера үсешенең аерым этапларында экологик кризислар килеп чыккан?
4. Экологик кризисны җиңүдә биосферада барган нинди законлыкларның ролен билгеләп үтәргә мөмкин?
5. Якынлашып килгән экологик кризисны кеше эшчәнлегенең нәтиҗәсе дип карарга мөмкинме?
6. Биосфера формалашу процессын тәгәлләнгән дип исәпләргә буламы?

Планетабызда тереклек үсеше турында алган белемнәребезгә нигезләнеп, биосфера эволюциясенең төп этапларын күрсәткән якынча хронологик таблица төзегез.

Галимнәр уйлавынча, утлы бөҗәктә (светлячок) яктылык энергиясен булдырырга ярдәм иткән биохимик механизм борынгы организмнарда кислородның һәлакәтле тәэсирен зарарсызландыру чарасы буларак барлыкка килгән.

§ 93 Биосферага антропоген йогынты



1. Биосфераны нинди төп компонентлар тәшкил итә?
2. Биосфера эволюциясендә терек матдәнең роле нинди?
3. Биосфера үсеше (эволюциясе) ничек барган?
4. Биосферада кешенең роле нидән гыйбарәт?

Биосфера эволюциясе биологик бергәлекләрнең структуралары катлаулану, төрләр саны арту һәм аларның җайлашучанлыклары камилләшү юнәлешендә барган. Эволюцион процесста бер үк вакытта биологик системалар — организмнар, популяцияләр, бергәлекләр — энергия һәм матдәләр әверелешенең нәтиҗәлелеген арттырган.

Җирдә тереклек эволюциясенең иң югары ноктасы булып кеше тора; ул, биологик төр буларак, күп санлы эволюцион үзгәрешләр нигезендә үзенә аң (әйләнә-тирә дөньяны чагылдыруның камил формасын) алып кына калмый, ә бәлки тормышында эш кораллары да ясап, аларны файдаланырга өйрәнә.

Кеше һәм экологик кризис. Кеше, башка тере организмнардан аермалы буларак, үзе яшәгән тирәлеккә җайлашырга тырышмый, ә аны яшәү өчен уңайлырак итәргә омтыла.

Палеолитта кеше әле табигатьтәге матдәләр әйләнешенә үзе дә туры килеп торган. Ә аның тормышына игенчелек, терлекчелек, аннары файдалы казылмалар табу һәм файдалану килеп кергәч, ул инде, элекке биосфералар туплаган матдәләрне (казылма углеводородларны һәм башка файдалы казылмаларны) өзлексез әйләнешкә кертеп, үзе аның формалашуында актив катнаша башлый.

XVIII гасырда сәнәгать җитештерүенең көчле үсешен тәэмин иткән фәнни ачышлар ясала. Бу — кешенең биосферага йогынтысын көчәйтә.

Хәзерге индустрия үсүгә бәйле рәвештә, кешенең әйләнә-тирәгә басымы нык артты. Шәһәрләр төзелә, авыл җирләрендә гаять зур мәйданнарны техник монокультуралар биләп ала, хәзерге кешегә файдасыз булып күренгән урманнар һәм сазлыклар бетерелә. Табигый тирәлекнең биологик күптөрлелеге кимүе табигатьтә тигезләнешне бозуга китергән сәбәпләрнең берсе булып тора.

Кешелек җәмгыяте чыгарган калдыкларны инде редуцентлар тулысынча эшкәртеп бетерә алмый. Хәл тагын шуның белән дә кискенләшә: сәнәгать җитештерүе процессында барлыкка килгән шактый матдәләрне (мәсәлән, күп кенә пластмассаларны) биологик юл белән таркату мөмкин түгел.

Әйләнә-тирәнең пычрануы һаман көчәя генә бара. Биосфераның тулыландырып булмый торган табигый ресурслары бик тиз кими.

Хәзер инде без табигый ресурсларның бетмәс-төкәнмәслеге турындагы күзаллауларга нигезләнгән заман цивилизациясенең кешелекне һәлакәткә алып баруын ачык аңлыйбыз.

Экологик кризистан чыгу юллары. Кешелек дөньясы алдында бу хәлдән чыгуның ике юлы бар: беренчесе — стихия ирегенә юл кую, бу очракта якынаеп килгән һәлакәт, барыннан бигрәк, кешелекнең юкка чыгуына китерәчәк.

Димәк, икенче юлы гына кала: ул да булса — бөтен кешелек өчен уртак төпле стратегия булдыру. Бу — Җир биосферасын яңартуга, В. И. Вернадский билгеләвенчә, «ноосфера»га — «акыл сферасы»на үзгәртүгә юнәлдерелергә тиеш. В. И. Вернадский: «Кешелек, тулаем алганда, көчле геологик көчкә әверелә. Аның алдында, уй-ниятләре һәм хезмәте алдында, биосфераны бербөтен система буларак иркле фикерләү сәләтенә ия кешелек мәнфәгатьләренә яраклаштырып яңарту бурычы тора. Биосфераның бу яңа халәте — ноосфера; үзебез дә сизмәстән шуңа якынаеп киләбез инде».

Һәрберебез һәм, гомумән, кешелек дөньясы планетабызда ресурсларның чикләнгән булуын аңларга тиеш. Табигать законнарын бозу цивилизацияне котылгысыз һәлакәткә китерәчәген төгәл ачыкларга кирәк. Менә шуның өчен җәмгыятьнең һәр әгъзасы экологик белемнәргә ия булырга тиеш.

Кеше — планетада яши торган биологик төрләрнең бер буыны гына, һәм ул үз эшчәнлеген биосфераның кешедән башка, кешенең биосферадан башка яши алмавыннан чыгып оештырырга тиеш.

1. Кайсы вакыттан башлап кеше үз тирәсендәге табигатьтән аерылган? Аның яшәеше башка тереклек ияләре яшәешеннән нәрсә белән аерыла башлаган?
2. Ни өчен бүгенгесе көндә безнең планетада якынаеп килгән экологик кризис турындагы мәсьәлә кискенрәк куела?
3. Экологик кризисны булдырмый калу юллары бармы?
4. Ноосфераны В. И. Вернадский ничек аңлаган?

Тарих курсыннан алган белемнәрегезгә нигезләнеп, цивилизациянең төрле чорларында кешенең әйләнә-тирә табигатькә ясаган йогынтысы формаларын күрсәткән якынча хронологик таблица төзегез.

Кеше биосфераның табигый состав өлеше булып тора, ул биосфера эволюциясе нәтиҗәсендә барлыкка килгән һәм биосфераның үсеш законнарына башка тереклек ияләре кебек үк буйсына. Теләсә кайсы башка төр кебек, кешелекнең дә үз экологик урыны, ягъни әйләнә-тирә белән үзара мөнәсәбәтләр

системасы бар, аның үсеш законнарын кеше үзенең практик эшчәнлегендә исәпкә алырга бурычлы һәм алардан тайпылу җәмгыятьне һәлакәтле нәтиҗәләргә китерергә мөмкин.

Бүлекнең кыскача эчтәлеге

Биосфера — тереклекнең таралу сферасы гына түгел, ә бәлки аның эшчәнлеге нәтиҗәсе дә. Тереклек барлыкка килү белән, тере материянең Җирдә барган геологик процессларга йогынтысы башта акрынрак һәм көчсезрәк, аннары тизрәк тә, көчлерәк тә чагыла башлый.

Биосфера эволюциясе биологик бергәлекләрнең структуралары катлаулану, төрләр саны арту юнәлешендә бара. Кешелек, эш кораллары кулланып, үзенә чынлыкта ясалма тирәлек булдыра башлый. Шулвакыттан башлап, биосфера яңа фазага керә, анда кеше факторы көчле табигый этәргеч көчкә әверелә.

Табигый ресурсларның бетмәс-төкәнмәслеге турындагы күзаллауларга нигезләнгән хәзерге цивилизация кешелекне һәлакәткә алып бара. Җир биосферасын ноосферага үзгәртүгә юнәлдерелгән бөтен кешелекнең төпле стратегиясе генә якынаеп килгән экологик һәлакәтне булдырмый калырга мөмкинлек бирәчәк.

Эчтәлек

Кереш

§ 1. Биология үсешенең кыскача тарихы 3
§ 2. Биологиядә тикшерену методлары 9
§ 3. Тереклекнең асылы һәм аның үзлекләре 13
§ 4. Тере материянең төзелеш дәрәҗәләре 16
Кереш бүлегенең кыскача эчтәлеге 20

1 нче бүлек. Цитология нигезләре

§ 5. Цитология методлары. Күзәнәк теориясе 22
§ 6. Күзәнәкнең химик составы үзенчәлекләре 26
§ 7. Су һәм күзәнәкнең тереклек эшчәнлегендә аның роле 29
§ 8. Минераль матдәләр һәм аларның күзәнәктәге роле 32
§ 9. Углеводлар һәм күзәнәкнең тереклек эшчәнлегендә аларның роле 34
§ 10. Липидлар һәм күзәнәкнең тереклек эшчәнлегендә аларның роле 37
§ 11. Аксымнарның төзелеше һәм функцияләре 40
§ 12. Нуклеин кислоталары һәм күзәнәкнең тереклек эшчәнлегендә аларның роле 48
§ 13. АТФ һәм күзәнәкнең башка органик кушылмалары 53
§ 14. Күзәнәк төзелеше. Күзәнәк мембранасы. Төш 55
§ 15. Күзәнәк төзелеше. Цитоплазма. Күзәнәк үзәге. Рибосомалар 61
§ 16. Күзәнәк төзелеше. Эндоплазматик челтәр. Гольджи комплексы. Лизосомалар. Күзәнәк тупланмалары 64
§ 17. Күзәнәк төзелеше. Митохондрияләр. Пластидлар. Хәрәкәт органоидлары 68
§ 18. Прокариотик һәм эукариотик күзәнәкләр төзелешендәге охшашлыклар һәм аерымлыклар 71
§ 19. Үсемлек, хайван һәм гөмбә күзәнәкләре төзелешендәге охшашлык һәм аерымлыклар 75
§ 20. Тереклекнең күзәнәксез формалары. Вируслар һәм бактериофаглар 78
§ 21. Күзәнәктә матдәләр һәм энергия алмашы 81
§ 22. Күзәнәктә энергетик алмашу. 84
§ 23. Күзәнәк туклануы 87
§ 24. Автотроф туклану. Фотосинтез 89
§ 25. Автотроф туклану. Хемосинтез 94
§ 26. Генетик код. Транскрипция. Күзәнәктә аксымнар синтезы. 95
§ 27. Күзәнәктә һәм организмда транскрипция һәм трансляция регуляциясе 102
Бүлекнең кыскача эчтәлеге 105

2 нче бүлек. Организмнарның үрчүе һәм индивидуаль үсеше

§ 28. Күзәнәкнең тереклек циклы 108
§ 29. Митоз. Амитоз. 111
§ 30. Мейоз 114
§ 31. Организмнарның үрчү формалары. Җенессез үрчү. 116
§ 32. Организмнарның үрчү формалары. Җенси үрчү 120
§ 33. Җенес күзәнәкләренең үсеше 122
§ 34. Аталану 125
§ 35. Онтогенез — организмның индивидуаль үсеше 128
§ 36. Индивидуаль үсеш. Эмбриональ чор. 131
§ 37. Индивидуаль үсеш. Постэмбриональ чор 136

Бүлекнең кыскача эчтәлеге 137

3 нче бүлек. Генетика нигезләре

§ 38. Генетиканың үсеш тарихы. Гибридологик метод 140
§ 39. Нәселдәнлек закончалыклары. Моногибрид кушылдыру 142
§ 40. Күпаллельлелек. Анализлаучы кушылдыру 146
§ 41. Дигибрид кушылдыру. Билгеләрнең нәселдән-нәселгә бәйсез күчү законы. 149
§ 42. Нәселдәнлекнең хромосомалар теориясе 152
§ 43. Аллель булмаган геннарның үзара тәэсир итешүе 155
§ 44. Цитоплазматик нәселдәнлек 157
§ 45. Җенесне генетик билгеләү 159
§ 46. Үзгәрүчәнлек. 163
§ 47. Мутация төрләре 167
§ 48. Мутацияләрнең сәбәпләре. Соматик һәм генератив мутацияләр. . 169

Бүлекнең кыскача эчтәлеге 173

4 нче бүлек. Кеше генетикасы

§ 49. Кеше генетикасын тикшерү методлары 176
§ 50. Генетика һәм сәламәтлек 178
§ 51. Генетик иминлек проблемалары 181

Бүлекнең кыскача эчтәлеге 184

5 нче бүлек. Эволюция турындагы тәгълимат нигезләре

§ 52. Ч. Дарвинның эволюцион тәгълиматы үсеше 186
§ 53. Төр, аның критерийлары 195
§ 54. Популяцияләр 198
§ 55. Популяцияләрнең генетик составы 200
§ 56. Популяцияләр генофондындагы үзгәрешләр 203
§ 57. Яшәү өчен көрәш һәм аның формалары 205

§ 58. Табигый сайланыш һәм аның формалары 208
§ 59. Изоляцияләүче механизмнар. 214
§ 60. Төр барлыкка килү 218
§ 61. Макроэволюция, аның дәлилләре 222
§ 62. Үсемлекләр һәм хайваннар системасы — эволюция чагылышы . . 227
§ 63. Органик дөнья эволюциясенең төп юнәлешләре. 230

Бүлекнең кыскача эчтәлеге 236

6 нчы бүлек. Селекция һәм биотехнология нигезләре

§ 64. Селекция һәм биотехнологиянең төп методлары 240
§ 65. Үсемлекләр селекциясе методлары 244
§ 66. Хайваннар селекциясе методлары 252
§ 67. Микроорганизмнар селекциясе 256
§ 68. Биотехнологиянең хәзерге торышы һәм перспективалары 259

Бүлекнең кыскача эчтәлеге 263

7 нче бүлек. Антропогенез

§ 69. Хайваннар дөньясы системасында кешенең урыны 266
§ 70. Антропогенезның төп стадияләре. 270
§ 71. Антропогенезның хәрәкәтләндерүче көчләре 277
§ 72. Кешенең иң борынгы туган җире 280
§ 73. Расалар һәм аларның барлыкка килүе 285

Бүлекнең кыскача эчтәлеге 290

8 нче бүлек. Экология нигезләре

§ 74. Экология нәрсәне өйрәнә 292
§ 75. Организмнарның тереклек итү тирәлеге һәм аның факторлары. . 294
§ 76. Яшәү тирәлеге һәм экологик урыннар 299
§ 77. Экологик бәйләнешләрнең төп типлары 303
§ 78. Үзара конкурентлык бәйләнешләре 308
§ 79. Популяциянең төп экологик характеристикалары 312
§ 80. Популяция динамикасы 315
§ 81. Экологик бергәлекләр. 318
§ 82. Бергәлекнең структурасы 324
§ 83. Бергәлекләрдә организмнарның үзара бәйләнеше 327
§ 84. Туклану чылбырлары 328
§ 85. Экологик пирамидалар 332
§ 86. Экологик сукцессия 334
§ 87. Әйләнә-тирәне пычратуның тере организмнарга йогынтысы 337
§ 88. Табигатьтән рациональ файдалану нигезләре 339

Бүлекнең кыскача эчтәлеге 342

9 нчы бүлек. Биосфера эволюциясе һәм кеше

§ 89. Тереклекнең килеп чыгуы турындагы гипотезалар 344
§ 90. Тереклекнең килеп чыгуы турында хәзерге күзаллаулар 349
§ 91. Җирдә тереклекнең төп үсеш этаплары 351
§ 92. Биосфера эволюциясе 356
§ 93. Биосферага антропоген йогынты 361

Бүлекнең кыскача эчтәлеге 363

Учебное издание

Каменский Андрей Александрович
Криксунов Евгений Аркадьевич
Пасечник Владимир Васильевич

БИОЛОГИЯ. ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

10—11 классы

Учебник для общеобразовательных учреждений

Казань. Татарское книжное издательство. 2013

Перевод с русского на татарский язык

Уку-укыту басмасы

Каменский Андрей Александрович
Криксунов Евгений Аркадьевич
Пасечник Владимир Васильевич

БИОЛОГИЯ. ГОМУМИ БИОЛОГИЯ

10—11 нче сыйныфлар

Татар урта гомуми белем бирү мәктәпләре өчен дәреслек

Мөхәррире *Г. Г. Мөхәммәтҗанова*
Бизәлеш мөхәррире *Л. Р. Вафина*
Техник мөхәррире һәм компьютерда биткә салучысы *Н. А. Казакова*
Корректорлары *Т. Н. Сәгъдуллина, Г. Р. Ногманова, А. М. Закирова*

Оригинал-макеттан басарга кул куелды 21.06.2013. Форматы $70 \times 90^{1}/_{16}$
Шартлы басма табагы 26,91. Тиражы 2500 д. Заказ С-1495.

«Татарстан китап нәшрияты» ДУП. 420111. Казан, Бауман урамы, 19.
Тел./факс: (843) 519-45-22.
http: // tatkniga.ru
e-mail: info@tatkniga.ru

«Татмедиа» ААҖ филиалы
«Идел-Пресс» полиграфия-нәшрият комплексы.
420066. Казан, Декабристлар урамы, 2.

дрофа

9 785298 024822